

Mercados financieros mayoristas y divisas digitales: avanzando en la tokenización del dinero de banco central

Sergio Gorjón

BANCO DE ESPAÑA

El autor pertenece a la Dirección General de Operaciones, Mercados y Sistemas de Pago del Banco de España, y agradece los comentarios recibidos de Juan Ayuso, Carlos Conesa, José Manuel Marqués, Ana Fernández y José Luis Romero, así como los proporcionados por un evaluador anónimo. Dirección de correo electrónico para comentarios: [sgorjon\(at\)bde\(dot\)es](mailto:sgorjon(at)bde(dot)es).

Este artículo es responsabilidad exclusiva del autor y no refleja necesariamente la opinión del Banco de España o del Eurosistema.

Resumen

El interés de los bancos centrales, y de la sociedad en general, hacia las denominadas «monedas digitales soberanas» (CBDC, por sus siglas en inglés) se ha acrecentado de manera notable en los últimos años. Aunque los mayores esfuerzos se centran en el estudio o la experimentación de una nueva clase de pasivo monetario de acceso universal (esto es, de alcance minorista), una segunda variante, mayorista o interbancaria, está ganando terreno a pasos agigantados. En concreto, casi 20 autoridades monetarias exploran ya activamente este campo con la intención de establecer si estas pueden o no mejorar la eficiencia, la agilidad y la seguridad de los procedimientos de compensación y liquidación de pagos y valores (incluyendo su vertiente transfronteriza), así como la gestión de los riesgos propios de estos. A su vez, estas experiencias ponen de manifiesto la gran cantidad de desafíos prácticos y legales que quedan por despejar, ilustrando el posible camino que se ha de seguir para sacarles su máximo provecho. En este artículo se analizan las características de las iniciativas que mayor recorrido han tenido hasta el momento, con especial énfasis en las lecciones más importantes que nos han dejado.

Palabras clave: *wholesale* CBDC, *blockchain*, tokenización, pagos transfronterizos, sistema monetario.

1 Introducción

En la actualidad, 73 bancos centrales¹, tanto de países considerados emergentes como de economías con mayor nivel de desarrollo, han introducido proyectos relacionados con la CBDC; estos se han centrado, principalmente, en la vertiente minorista o de acceso universal [véase Kosse y Mattei (2022)]. Pese a su claro predominio, este grupo de iniciativas coexiste con una segunda familia de CBDC, limitada al espacio interbancario y orientada a la ejecución de operaciones de elevado valor, que frecuentemente recibe la denominación «CBDC mayorista» o «w-CBDC»².

Las motivaciones que se esconden detrás de esta segunda variante son mucho más homogéneas. Así, en general, estas obedecen, bien a un intento por adecuar las infraestructuras de los mercados financieros a las necesidades de la

1 De jurisdicciones que representan el 74 % de la población mundial y el 96 % de la producción global.

2 *Wholesale central bank digital currency*.

economía digital, bien a la búsqueda de nuevas herramientas que faciliten la ejecución de ciertas políticas macrofinancieras. En este sentido, además de los esfuerzos individuales, las w-CBDC constituyen un terreno abonado para la cooperación internacional entre bancos centrales, dado su potencial para contribuir a la mejora de unos flujos financieros transnacionales en continuo crecimiento.

Este artículo ahonda primero en las consecuencias potenciales de estas divisas digitales, para ofrecer después una visión de conjunto acerca de los proyectos más destacados hasta el momento, ilustrando las características, los objetivos y los desafíos más importantes.

2 Posibles implicaciones de las w-CBDC

Las opciones de diseño de una moneda digital soberana de naturaleza mayorista son numerosas. Algunas suponen que la w-CBDC resulte prácticamente indistinguible de las reservas que, en la actualidad, mantienen los bancos comerciales con la autoridad monetaria en formato electrónico. Otras, por el contrario, le confieren rasgos distintivos. El presente artículo comprende, exclusivamente, aquellas w-CBDC que revisten dos características: i) estar representadas mediante tokens³, y ii) basar su registro y su intercambio en la tecnología *blockchain*⁴.

Esta clase de w-CBDC promete transformar aspectos clave de la organización de los mercados financieros. Así, por ejemplo, posibilita la reducción del número de intervinientes que son necesarios para ejecutar una transacción financiera. Del mismo modo, permite seguir automatizando muchos de los procesos que le sirven de soporte gracias a lo que se ha llamado «programabilidad»⁵. Además, como activo de liquidación, y frente a los criptoactivos de naturaleza privada, las w-CBDC no presentan riesgo de crédito frente a su emisor, puesto que constituyen, en todo momento, un pasivo monetario de un banco central. En consecuencia, es precisamente en el terreno de la compensación y la liquidación, tanto de grandes pagos como de valores, donde estas anticipan un

3 A estos efectos, el concepto de token apela tanto a la forma en que se representa el activo de liquidación que proporciona el banco central como al mecanismo empleado para verificar la transacción. En estos casos, como ocurre con el efectivo, lo que se valida es el objeto en sí mismo, y no así la identidad de su tenedor. No obstante, este hecho no impide que pueda aplicarse una capa de identidad al nivel del circuito empleado para su transmisión [Comité de Pagos e Infraestructuras del Mercado (2019)].

4 Nótese que estas características no son exclusivas de las w-CBDC ni imprescindibles. La única condición estrictamente propia es ser un pasivo digital del banco central cuyo uso está restringido a las entidades financieras o asimiladas.

5 En este contexto, la programabilidad apela a la existencia de mecanismos embebidos en la infraestructura técnica que posibilitan que el activo de liquidación (dinero de banco central) responda, en su operativa, a comportamientos predefinidos, sin necesidad de intervención humana, cuando se dan determinadas circunstancias.

mayor recorrido, sobre todo cuando sean varias las jurisdicciones afectadas [véase Bech y Garatt (2017)].

En concreto, la introducción de una w-CBDC podría entrañar el despliegue de una arquitectura distribuida —ya sea a instancias del propio banco central o con el concurso de terceras partes—. Esto dependerá de su capacidad efectiva para inducir una mejora general de la resiliencia operativa al evitar puntos únicos de compromiso, pero también de en qué medida pueda su implantación facilitar la interoperabilidad con un amplio rango de instrumentos de pago, incluidos los de nuevo desarrollo. Del mismo modo, dicha configuración contribuye a extender más fácilmente los actuales horarios de operación, en cuanto que el uso de contratos inteligentes/programabilidad favorece una operativa más autónoma, con un mínimo nivel de intervención humana. A este hecho se le une, además, una más que previsible reducción de la cadena de intermediación, fruto tanto de la necesidad de tener que recurrir a la figura de los bancos corresponsales para la ejecución de los pagos internacionales como de la posible dependencia de ciertas clases de validadores, habitualmente asociados a estructuras de carácter más centralizado [véase Demmou y Sagot (2021)].

En conjunto, los dos factores anteriores ayudarían a contraer los plazos de ejecución de las transacciones —particularmente, en la operativa con valores o transfronteriza—, liberarían así liquidez y acotarían el tiempo en que permanecen abiertas las posiciones frente a las contrapartidas. De esta manera, se reducirían los riesgos de crédito y liquidez, tan frecuentes en estas transacciones y que, por extensión, podrían comprometer la liquidación, lo que redundaría en una disminución visible de las actuales necesidades de colateral [véase Fernández de Lis y Gouveia (2019)]. Estos beneficios se antojan tanto más pronunciados cuanto menor sea el grado de estandarización de los instrumentos financieros subyacentes, como, por ejemplo, los negociados en los mercados *over-the-counter* (OTC) y cuya liquidación se produce en dinero de banco comercial.

Asimismo, en un contexto exclusivamente transfronterizo, las w-CBDC pueden propiciar la formalización de nuevas y modernas plataformas de pago de alcance global (o de un marco de condiciones técnicas comunes) y superar así los problemas de conectividad existentes. A raíz de ello, podría producirse además la mejora tanto de la accesibilidad a los circuitos de pagos internacionales como de su transparencia [véanse Banco Mundial (2021) y Comité de Pagos e Infraestructuras del Mercado (2021)]. La viabilidad de estos planteamientos depende, a su vez, de la confianza recíproca que exista entre los bancos centrales implicados, así como de la efectividad de los mecanismos de seguimiento y control que se les proporcionen. Por tanto, resulta imprescindible fomentar la cooperación entre dichas instituciones.

Por otro lado, en cuanto que la w-CBDC equivale a disponer de un activo de liquidación, libre de riesgo y de carácter digital, este podría aumentar su huella en

espacios en los que hasta ahora no tenía cabida el dinero de banco central⁶. Gracias a esta posibilidad, se abre la puerta a profundizar en la contención de los factores que, por el lado de la operativa de pagos, pueden dar lugar a riesgos de naturaleza sistémica. A cambio, surgen otros desafíos, como los derivados de permitir una más amplia participación de agentes con una solvencia, técnica y financiera, potencialmente inferior a la de la banca. En todo caso, las oportunidades que ofrece en este sentido la w-CBDC, junto con la mayor transparencia y mecanización de la operativa, propiciarían, por ende, el ajuste de los costes de cumplimiento, aportaría mayor estabilidad al sistema económico y financiero, y ofrecería, al mismo tiempo, un espacio flexible para la innovación⁷.

Además, al igual que ocurre con su versión minorista, la w-CBDC puede incidir en la política monetaria, potenciando el mecanismo de transmisión de sus impulsos sobre los tipos de interés de otros mercados financieros o como herramienta para enfrentarse al conocido problema del *zero lower bound*. Aunque parece poco probable que pueda comprometer su actual marco de funcionamiento, reviste implicaciones de interés tanto para su definición como para su implementación⁸ [véase Comité de Pagos e Infraestructuras del Mercado y Comité de Mercados (2018)]. El mayor o menor impacto dependerá, en última instancia, del nivel de aceptación que, finalmente, alcance la moneda digital soberana mayorista y de si esta incorpora o no características que aumenten su atractivo frente a otros instrumentos del mercado monetario. En este contexto, cuestiones como su uso para satisfacer el coeficiente de caja, la aparición eventual de un mercado intradía específico, cambios en la demanda *overnight* de dinero de banco central, así como el riesgo de una potencial fragmentación del mercado de dinero o la posibilidad de que la política monetaria se ejecute en tiempo real, forman parte de la agenda analítica de muchas autoridades [véase Banco Nacional Suizo, Banco de Pagos Internacionales y SIX Group (2022)].

Asimismo, dado que la introducción de una w-CBDC puede modificar tanto la estructura como el funcionamiento de los mercados financieros, cabe anticipar que esta lleve aparejada también consecuencias para la estabilidad financiera. No obstante, los trabajos existentes sobre este particular son aún escasos, y muchos de ellos, no

6 Fundamentalmente, aquellas entidades que, proveyendo servicios financieros, dependen del dinero bancario para realizar sus pagos por no tener acceso a los libros de un banco central, como, por ejemplo, las entidades de pago o de dinero electrónico. Pese a la existencia de excepciones notables, son más los casos en que a este tipo de agentes les está vedado abrir una cuenta con un banco central. Se trata de una medida diseñada para contener el tamaño de los riesgos a los que estaría expuesto el balance de dichas instituciones. La tokenización de los pasivos monetarios proporcionaría, por el contrario, un canal alternativo para acceder a dicho activo de liquidación, salvando parte de los obstáculos mencionados.

7 Un ejemplo ilustrativo de las posibilidades que se abren es el de los pagos condicionales. En cuanto que, por la tecnología subyacente, la w-CBDC soporta la programabilidad, esta permite definir presupuestos de ejecución automática de los pagos. Entre otros beneficios, se consigue así extender los actuales mecanismos de entrega contra pago más allá de las fronteras nacionales o a infraestructuras que, por basarse en tecnologías no compatibles con los sistemas de pago de alto valor tradicionales, no disfrutaban de acceso a liquidez en dinero de banco central.

8 La citada publicación menciona, por ejemplo, la presión alcista que una w-CBDC remunerada podría tener sobre la curva de tipos de la deuda pública a corto plazo con el fin de asegurar la demanda de los inversores institucionales.

concluyentes. Algunos autores defienden que su implantación podría contribuir a contener el riesgo de refinanciación de la deuda privada, mientras que otros se muestran más preocupados por sus potenciales distorsiones sobre los mercados de *repos* o de deuda pública a corto plazo, ya que, al ampliarse el acceso al dinero de banca central, afectaría a la demanda de activos líquidos de alta calidad. Sin embargo, para calibrar estos efectos es preciso conocer los detalles concretos de la implementación de la w-CBDC; las implicaciones de una fase introductoria caracterizada por un acceso limitado pueden ser distintas de las que podrían darse en estadios más avanzados donde este no sea el caso. Igualmente, la fragmentación de la liquidez en varias clases de dinero de banco central podría hacer que su gestión resultase más complicada [véase Banco Nacional Suizo, Banco de Pagos Internacionales y SIX Group (2020)].

En el plano internacional, la w-CBDC emerge, al mismo tiempo, como fórmula para avanzar en la integración de los mercados, ayudando a mitigar el riesgo de tipo de cambio y ampliando las oportunidades de inversión y cobertura de riesgos a las que se tiene acceso a través de ellos. Esto puede, a su vez, contribuir a reducir los actuales niveles de fragmentación característicos de los mercados internacionales. No obstante, en defecto de las herramientas de control oportunas, su mayor protagonismo podría también incrementar la volatilidad de los flujos de capitales, los tipos de cambio, acentuar el riesgo de contagio o favorecer una mayor sincronización de los ciclos económicos [véanse Ferrari, Mehl y Stracca (2020) y Fondo Monetario Internacional (2020)]. Por esta razón, sus aspectos de diseño, así como la revisión del marco regulatorio y de control, constituyen una parte fundamental de las reflexiones en que se hallan inmersos los bancos centrales.

Dentro de este amplio universo de implicaciones, las más inmediatas son las relativas a los circuitos de pago, que es, precisamente, donde se registran mayores avances en la experimentación. El conocimiento así acumulado está sirviendo, además, para enriquecer el debate sobre las CBDC de corte minorista, en cuanto que permite ilustrar sus respectivas similitudes y diferencias, así como su problemática específica⁹. Sin perjuicio de que en el siguiente apartado se desgranen los pormenores de estas experiencias, conviene antes efectuar una serie de consideraciones generales que podrían ayudar a explicar el porqué de este foco de atención en este segmento en particular.

De forma genérica, un sistema de pago puede entenderse como una serie de instrumentos, procedimientos y normas cuya finalidad es la de facilitar el intercambio, la compensación y la liquidación de órdenes de transferencia de fondos entre los agentes participantes [véase Comité de Pagos e Infraestructuras del Mercado y

9 Por ejemplo, el debate acerca de los modelos de liquidación (centralizado frente a descentralizado) guarda enormes paralelismos con las CBDC mayoristas y las minoristas. En cambio, el valor que potencialmente podría aportar la operativa *offline* parece ser una cuestión de mayor interés para aquellos entornos que involucren a consumidores y supongan presencia física que para los casos en que nos estemos ciñendo a intercambios entre grandes entidades financieras. Lo mismo ocurre con las consideraciones relativas a los niveles de privacidad.

Comité Técnico de la Organización Internacional de Comisiones de Valores (2012)]. Junto con los sistemas concebidos para liquidar las compraventas de activos financieros, estas infraestructuras desempeñan un papel esencial para el normal desenvolvimiento de la actividad económica y financiera. De entre todas sus manifestaciones posibles, son los que revisten implicaciones sistémicas los que mayor interés despiertan entre las autoridades.

En respuesta a estas últimas preocupaciones, los bancos centrales no solo desarrollan una estrecha actividad de vigilancia y control de los sistemas de pago, sino que, además, asumen ocasionalmente un papel operativo y como proveedor de su activo de liquidación. Este suele ser el caso en los circuitos que albergan mayores riesgos o cuyo funcionamiento proporciona unicidad a la moneda, garantizando la plena convertibilidad, a la par, entre sus diferentes formas de representación [véase Comité de Sistemas de Pago y Liquidación (2003)].

Para satisfacer estos objetivos, los bancos centrales deben actualizar periódicamente las infraestructuras que gestionan, en un intento por preservar su utilidad y evitar que la emergencia de nuevas propuestas de valor las pueda relegar a un papel secundario. De ahí que las w-CBDC y las diferentes alternativas tecnológicas que las soportan adquieran un atractivo especial como posible respuesta ante los desafíos que a este respecto plantea la transformación digital. Un ejemplo destacado es el de las denominadas *stablecoins*¹⁰, que en determinados ámbitos —como podría ser el espacio de las transferencias internacionales o el de las finanzas descentralizadas— amenazan con tomar la delantera, bien a la oferta de los servicios de infraestructuras típicamente asociados a los bancos centrales, bien a los activos de liquidación bajo su control exclusivo.

Como ya se avanzaba antes, frente al *statu quo* existente, las w-CBDC pueden ofrecer un valor diferencial en términos tanto de eficiencia como de transparencia, así como contribuir a desligar el acceso a los pasivos de banco central de la necesidad de la apertura de una cuenta con dicha institución. Por lo tanto, las w-CBDC pueden salvaguardar el papel nuclear del dinero de banco central en la economía, extendiendo los beneficios de confianza y seguridad al terreno de los activos digitales (nativos o tokenizados)¹¹ [véase Marqués Sevillano (2022)]. En este

10 En el caso de que la modernización de las infraestructuras de pago que ofrecen los bancos centrales no tenga lugar con la celeridad esperada por el mercado, las *stablecoins* podrían ser vistas como una alternativa para acceder a muchas de las nuevas funcionalidades inherentes a los activos digitales. En este escenario, el papel del dinero de banco central como eje de la liquidación se vería deteriorado. En este sentido, algunas entidades privadas, a título individual o mediante la creación de consorcios —por ejemplo, Fnalty—, están explorando la emisión de *stablecoins* propietarias respaldadas con los saldos en sus cuentas de reserva con el banco central como fórmula alternativa a un uso directo de una w-CBDC.

11 A estos efectos, varias son las configuraciones posibles. Sin ánimo de ser exhaustivo, desde un punto de vista estrictamente teórico, se podría considerar el enlace entre diferentes plataformas *distributed-ledger technologies* (DLT) (unas para efectivo y otras para otro tipo de instrumentos financieros) o la integración de ambos tipos de tokens en una única infraestructura descentralizada, permanezca esta, bien bajo la gestión de un banco central, bien bajo la de un agente privado.

sentido, el universo de posibilidades que emerge a raíz de la propuesta normativa del Parlamento Europeo y del Consejo para desplegar un régimen piloto para las infraestructuras del mercado basadas en la tecnología de registro descentralizado hace que este tipo de consideraciones resulten tanto más apremiantes.

3 Proyectos más destacados: objetivos, características y estado de situación

En contraste con las CBDC de uso universal, el número de jurisdicciones con proyectos de naturaleza mayorista apenas supera la veintena. Pese a ello, como evidencia la figura 1, su impronta regional es considerable. En los países desarrollados, el interés por este campo de investigación se explica fundamentalmente por su capacidad para incrementar la eficiencia de los pagos transfronterizos¹². Por el contrario, en las economías emergentes —sobre todo, en las que carecen de infraestructuras del mercado financiero (FMI, por sus siglas en inglés) sólidas y modernas— el objetivo primordial es el de obtener una mejora general de los canales que soportan las transacciones financieras [véase Boar, Holden y Wadsworth (2020)].

De entre todas ellas sobresalen, por un lado, las de Singapur y Canadá (proyectos Ubin y Jasper, respectivamente) y, por otro, las de Tailandia y Hong Kong (es decir, proyectos Inthanon y LionRock), que además han acabado confluyendo en un esfuerzo conjunto de carácter bilateral, a la postre determinante para ampliar su radio de acción. Destacan también el Proyecto Helvética, desarrollado al amparo del Centro de Innovación del Banco de Pagos Internacionales (BIS, por sus siglas en inglés) y con la participación del Banco Nacional Suizo y de SIX Group, así como las nueve líneas de trabajo promovidas por el Banco de Francia para el bienio 2020-2021¹³. A su vez, el Eurosistema y el Banco de Japón son uno de los ejemplos más destacados de colaboración internacional gracias al Proyecto Stella.

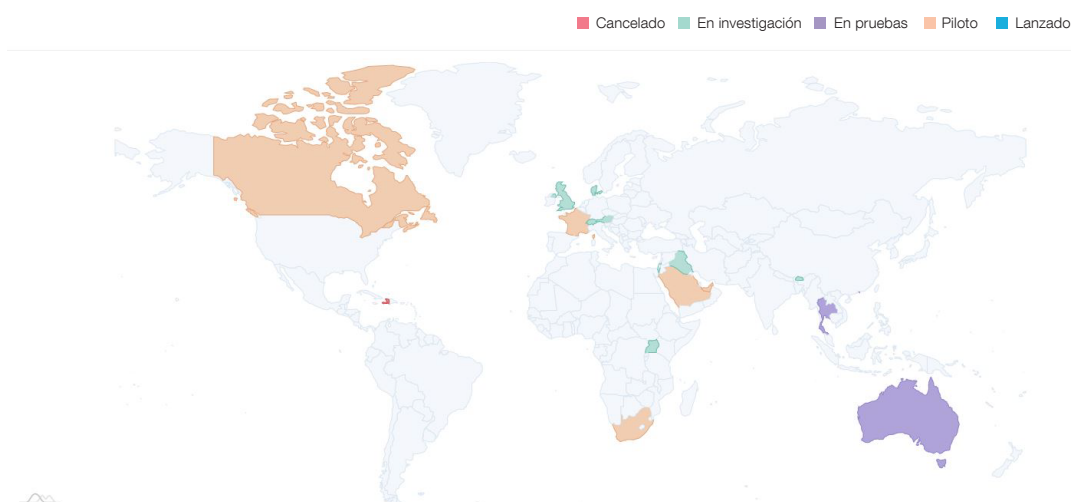
Los experimentos en que se amparan todas estas iniciativas se organizan, en general, por etapas o componentes que se suelen desplegar de forma secuencial. Esto permite ir generando las piezas necesarias para poder acometer el paso siguiente. A través de la tecnología *blockchain* y de la tokenización de instrumentos

12 De hecho, se las considera una de las posibles vías con las que tratar de hacer frente a los problemas de lentitud, coste y falta de transparencia que lastran en la actualidad los pagos transfronterizos y que están marcando la agenda de prioridades del G-20 [véase Comité de Estabilidad Financiera (2020)].

13 Cada una de las señaladas verticales analiza una faceta concreta de las w-CBDC, para así acabar ofreciendo una visión más amplia de las posibilidades existentes. Pese a la importancia de cada experimento individual, resulta de especial interés el conocido como «Jura». Capitalizando los elementos de Helvetia, este explora los beneficios potenciales que tendría una w-CBDC en la liquidación de pagos transfronterizos, donde intervienen múltiples divisas. A tal efecto, sobre una plataforma gestionada por un tercero, Jura hace posible la transferencia directa, entre entidades no residentes, de tokens representativos de dinero de banco central emitidos, respectivamente, por los bancos centrales de Francia y Suiza. Estos tokens desempeñan un papel exclusivamente transaccional; no constituyen por sí mismos un nuevo pasivo monetario del banco central. Como tales, solo están disponibles de forma transitoria (intradía) e implican, por restricciones del marco legal vigente, que la firmeza efectiva de las operaciones únicamente se produzca a través del sistema de liquidación bruto en tiempo real (caso de Francia).

Figura 1

ESTADO DE LAS INICIATIVAS DE W-CBDC EN EL MUNDO EN ABRIL DE 2022



FUENTE: www.cdbctracker.com.

financieros y divisas oficiales, se replica el ciclo de vida completo de una operación: desde la emisión de distintos tipos de activos sobre la nueva plataforma hasta su intercambio, compensación, liquidación y eventual redención.

En términos de alcance, la hoja de ruta comienza con la realización de pagos interbancarios dentro de las fronteras nacionales, para posteriormente explorar la sincronización de esta operativa con la de valores. En las fases finales, ya en colaboración con distintos bancos centrales, se abordan las facetas de la entrega contra pago (DvP, por sus siglas en inglés) y/o del pago contra pago (PvP, por sus siglas en inglés)¹⁴ tanto en el plano internacional como en tiempo real¹⁵. Adicionalmente, se realizan ensayos sobre una serie de funcionalidades comunes a las FMI tradicionales, como pudieran ser las relativas a los mecanismos para optimizar la gestión de la liquidez, administrar diversos aspectos del ciclo de vida de los bonos (acciones corporativas), aumentar la trazabilidad de las operaciones o preservar su privacidad.

14 Procedimientos de liquidación que se caracterizan por asegurar la transferencia simultánea de los valores por los fondos que se intercambian en pago de los anteriores o de las diferentes divisas que son objeto de una transacción. Para lograr este objetivo en el contexto de las w-CBDC se ensayaron diversas fórmulas. En el caso de Jasper/Ubin y de Stella se emplearon, por ejemplo, los denominados *Hash Time Locked Contracts* (HTLC). Se trata de unos protocolos que, basados en criptografía, coordinan los diferentes procesos en que se descompone una operación que involucra redes diferentes. Estos resuelven sobre su ejecución o revocación integral. Por el contrario, en el caso de Inthanon/LionRock se estableció un corredor a modo de puente entre las respectivas DLT nacionales, lo que permite la liquidación directa sobre los *wallets*.

15 A estos efectos, se hace uso de los tres modelos conceptuales propugnados por Auer, Haene y Holden (2021), bien de forma aislada, bien probándolos en paralelo.

Estos ejercicios abarcan, además, otros aspectos de interés singular, como, por ejemplo, la interconexión de una o varias DLT¹⁶ con las infraestructuras tradicionales o la apertura a que el dinero de banco central circule, bien fuera de la jurisdicción de emisión, bien entre contrapartidas distintas de las que tradicionalmente tienen acceso a las cuentas de un banco central. Adicionalmente, en lo que atañe a los pagos internacionales, la arquitectura suele embeber procedimientos automatizados de cambio de moneda —también con liquidación atómica—¹⁷ que preceden al movimiento de efectivo sin solución de continuidad. En todos los casos, la puesta en práctica de estos ejercicios implica la colaboración con empresas del sector privado, tanto entidades financieras como proveedores de tecnología.

Al margen de algunas discrepancias en cuanto a la elección de una u otra plataforma *blockchain* concreta —por ejemplo, Corda frente a Hyperledger—, la distinción más importante entre los proyectos de Singapur, Canadá, Tailandia y Hong Kong¹⁸ y el resto estriba en la naturaleza de la w-CBDC. En los primeros, el token utilizado no constituye un nuevo pasivo monetario de banco central, sino una representación digital de un derecho (*depository receipt*) a reclamar la propiedad sobre un pasivo monetario ya constituido; en definitiva, sobre dinero de banco central retenido a favor de este en una cuenta transitoria¹⁹. Por tanto, el auténtico activo de liquidación es este último.

A la variante anterior se la denomina, en ocasiones, «modelo de acceso indirecto a w-CBDC» para diferenciarla de la utilizada por los demás bancos centrales. Evidentemente, las implicaciones legales de una y otra son dispares, lo que plantea una serie de desafíos prácticos en cuanto a su posible condición de soporte de un circuito de pagos de importancia sistémica que debe ajustarse a unos principios internacionalmente aceptados de gestión de riesgos [véase Comité de Pagos e Infraestructuras del Mercado y Comité Técnico de la Organización Internacional de Comisiones de Valores (2012)]. Atendiendo a las especificidades locales/regionales, algunos de los ejercicios abordaron asimismo el cumplimiento de ciertas obligaciones legales²⁰ a través de funcionalidades ofrecidas directamente por las correspondientes *blockchains*. El cuadro 1 ofrece un resumen de los rasgos más señalados de los proyectos anteriores, así como de otros de similares características.

16 Tecnologías de registro distribuido, caracterizadas por ofrecer bases de datos digitales replicados, compartidos y sincronizados, distribuidos geográficamente a través de múltiples sitios, países y/o instituciones.

17 Proceso consistente en vincular la transferencia de dos activos entre sí de manera que la entrega de uno de ellos quede sujeta a que se produzca también la entrega del otro. En caso contrario, la operación no llegaría a completarse. Este concepto es extensible a aquellas operaciones unidireccionales en cuya correcta ejecución intervienen varios agentes o patas (por ejemplo, un emisor, un receptor y dos intermediarios). En estos casos, la operación —por ejemplo, un pago— solo se daría por concluida si todas y cada una de las partes realizan sus respectivas tareas conforme a lo esperado. En caso contrario, dicho pago no se formalizaría.

18 En lo que respecta a esta particularidad, el Proyecto Jura también formaría parte de este grupo de iniciativas.

19 En la medida en que la correspondencia entre el token y el dinero de banco central bloqueado es uno a uno, la base monetaria permanece inalterada. Además, por simplicidad, no se contempla el devengo de intereses. A su vez, los proyectos presentan diferencias técnicas.

20 Tanto de reporte regulatorio como cambiarias (por ejemplo, ciertas normas para prevenir la especulación contra la divisa tailandesa).

Cuadro 1

CARACTERÍSTICAS DESTACADAS DE DIFERENTES PROYECTOS DE W-CBDC

Nombre	Participantes	Socios tecnológicos	Duración	Alcance	Otros aspectos de interés
Ubin (Singapur)	Autoridad Monetaria de Singapur Asociación de Bancos de Singapur, Singapore Stock Exchange y 12 bancos privados	Accenture, BCS Information Systems, ConsenSys, Deloitte, IBM, Microsoft, R3	2016-2020 (5 fases)	<ul style="list-style-type: none"> - Pagos interbancarios - Mecanismos de optimización de la liquidez - DvP nacional y transfronterizo - PVP transfronterizo - Conectividad a otras redes <i>blockchain</i> / otros casos de uso 	<ul style="list-style-type: none"> - Dinero de banco central y valores tokenizados - Anquan, Corda, Fabric, Quorum - <i>Zero-Knowledge-Proof</i> (ZKP) y otros
Jasper (Canadá)	Banco de Canadá y Payments Canada TMX Group y 7 bancos privados	Accenture, Microsoft, R3	2016-2019 (4 fases)	<ul style="list-style-type: none"> - Pagos interbancarios - Mecanismos de optimización de la liquidez - DvP nacional - PVP transfronterizo 	<ul style="list-style-type: none"> - Dinero de banco central y valores tokenizados - Corda, Ethereum - Crédito a brókeres
Blockbuster (Alemania)	Bundesbank y Deutsche Börse AG	Amazon Web Services, IBM	2016-2018 (1 fase)	<ul style="list-style-type: none"> - Pagos interbancarios - DvP nacional - Liquidaciones de valores FoP - Emisión amortización y pago de cupones 	<ul style="list-style-type: none"> - Dinero de banco central y valores tokenizados - Fabric - Amortización de w-CBDC al cierre de sesión
Inthanon (Tailandia)	Banco de Tailandia 8 bancos privados	ConsenSys, Microsoft, R3	2018-2020 (a) (4 fases)	<ul style="list-style-type: none"> - Pagos interbancarios - Mecanismos de optimización de la liquidez - DvP nacional - Emisión, amortización, <i>margin calls</i> y pago de cupones - Reconciliación y automatización de cumplimiento regulatorio - PVP transfronterizo 	<ul style="list-style-type: none"> - Dinero de banco central y valores tokenizados - Corda - <i>Raft and Practical Byzantine Fault Tolerance</i> (PBFT)
LionRock (Hong Kong)	Autoridad Monetaria de Hong Kong 3 bancos privados		2016 (1 fase)	<ul style="list-style-type: none"> - Pagos interbancarios 	<ul style="list-style-type: none"> - Corda
Stella (Eurosistema y Japón)	Eurosistema y Banco de Japón	DG Lab, IBM, R3, W3C	2016-2020 (4 fases)	<ul style="list-style-type: none"> - Pagos interbancarios - Mecanismos de optimización de la liquidez - DvP nacional - PVP transfronterizo - Confidencialidad y auditabilidad en DLT 	<ul style="list-style-type: none"> - Corda, Elements, Fabric - <i>Practical Byzantine Fault Tolerance</i> (PBFT) - Protocolo <i>Interledger</i> - <i>Privacy Enhancing Techniques</i> (PET) (b)

FUENTE: Elaboración propia, a partir de los informes públicos de los distintos proyectos.

NOTA: La sección bibliográfica del final de este artículo ofrece una serie de referencias para obtener más detalles acerca de las similitudes y las diferencias entre estos proyectos.

a Continúa abierto. En 2020, la iniciativa conjunta Inthanon-LionRock fue renombrada *Multiple CBDC (m-CBDC) Bridge Project* y dio entrada, además, al Banco Popular de China y al Banco Central de los Emiratos Árabes Unidos.

b Aunque se analizaron diversas variantes (de ocultación, segregación o desconexión), los experimentos se centraron en dos implementaciones concretas: i) *Pedersen commitment*, y ii) *hierarchical deterministic wallets*.

CARACTERÍSTICAS DESTACADAS DE DIFERENTES PROYECTOS DE W-CBDC (cont.)

Nombre	Participantes	Socios tecnológicos	Duración	Alcance	Otros aspectos de interés
Khokha (Sudáfrica)	Banco de la Reserva de Sudáfrica JSE Limited y 8 bancos privados	Accenture, Adhara, Block Markets Africa, ConsenSys, Deloitte, Microsoft	2018-2021 (a) (2 fases)	– Pagos interbancarios – DvP nacional	– Dinero de banco central y valores tokenizados – Quorum – <i>Istanbul Byzantine Fault Tolerance</i> (IBFT) – ZKP, Pedersen – En la fase 2 incluye DvP contra entrega de <i>stablecoins</i> privadas
Helvetia (Suiza)	Banco Nacional Suizo Centro de Innovación del BIS SIX Group		2020-2021 (2 fases)	– Pagos interbancarios – DvP nacional	– Valores tokenizados
w-CBDC experiments (Francia)	Banco de Francia Autoridad Monetaria de Singapur, Banco Nacional Suizo, Banco Central de Túnez, Centro de Innovación del BIS, Iznes, European Investment Bank, Euroclear France, LuxCSD, SIX Digital Exchange, Tesoro Público, 19 bancos privados, 2 inversores institucionales y 1 gestora de activos	Accenture, ConsenSys, IBM, Nomadic Labs, ProsperUs, SG Forge, R3	2020-2021 (9 experimentos)	– Mecanismos de optimización de la liquidez – DvP nacional – Emisión, amortización y pago de cupones – FoP conforme a la funcionalidad <i>Conditional Delivery of Securities</i> – PvP transfronterizo – Remesas de emigrantes	– Corda, Fabric, Quorum, SETL – IBFT – ZKP

FUENTE: Elaboración propia, a partir de los informes públicos de los distintos proyectos.

NOTA: La sección bibliográfica del final de este artículo ofrece una serie de referencias para obtener más detalles acerca de las similitudes y las diferencias entre estos proyectos.

a Anunciada la fase 2.

En general, este conjunto de iniciativas sirvieron para evidenciar el estado de madurez alcanzado por la tecnología *blockchain* y, por extensión, para acreditar su posible viabilidad de cara a la evolución futura de las infraestructuras de liquidación mayorista. Entre otros aspectos, se constató la capacidad de una plataforma distribuida para reducir costes y riesgos financieros²¹, especialmente en el supuesto del dinero *on-ledger*, es decir, la emisión de w-CBDC directamente sobre una *blockchain* [véanse Romero Ugarte *et al.* (2021) y Banco de Canadá (2018)]. No obstante, esta modalidad es la que mayores desafíos operativos, de gobernanza y *policy* entraña.

21 Por ejemplo, automatizando los procesos de posnegociación a través del uso de contratos inteligentes, dando acceso a mejores tipos de cambio, así como reduciendo el número de intermediarios o procesos necesarios para completar una transacción; en otras palabras: unificando la negociación, el pago y la liquidación. A modo ilustrativo, en uno de los proyectos coordinados por el Banco de Francia, consistente en la compra de un activo financiero nacional con una divisa extranjera, la cifra de intermediarios necesaria se contrajo un 45 %.

Las pruebas demostraron, además, que es posible administrar con éxito sobre una *blockchain* los factores que podrían tensionar la liquidez²² y que, pese a las características de esta arquitectura, la privacidad no tiene por qué verse comprometida, gracias al uso de diferentes técnicas²³. Asimismo, se observaron otras ventajas diferenciales relacionadas con la resiliencia, la seguridad general del sistema²⁴ y su potencial tanto para acelerar la migración a un entorno 24/7 como para integrar distintas redes, incluso en los casos en que estas no cuenten con conexiones formales entre sí y sin comprometer su independencia.

El hecho de poder favorecer dicha integración²⁵ y hacer de las w-CBDC el pivote de los procesos de compensación y liquidación se subraya como un objetivo deseable. Esta debe permitir afianzar el papel del dinero de banco central como ancla del sistema financiero y propiciar un desarrollo ordenado de los mercados de instrumentos financieros tokenizados, minimizando sus consecuencias adversas para la estabilidad financiera.

Por último, los aludidos trabajos revelaron la existencia de una serie de caminos prácticos para que las autoridades puedan mantener, en todo momento, un control efectivo sobre la evolución de esta nueva clase de pasivo monetario. En concreto, demostraron que alcanzar objetivos tales como preservar la gestión de la emisión, limitar el tipo de contrapartes con acceso a una w-CBDC o restringir su uso a propósitos específicos o períodos concretos de tiempo resulta viable mediante una combinación de factores de diseño. En particular: i) reservando a los bancos centrales la capacidad de validar las transacciones que empleen la w-CBDC emitida (nodos notarios); ii) ofreciéndoles visibilidad continua sobre lo que ocurre en las *blockchains* (nodo observador), de modo que puedan reconciliar los movimientos que se produzcan entre sistemas, y iii) desplegando contratos inteligentes.

Por el lado de los inconvenientes, la experiencia resultó útil para ilustrar las limitaciones de diferentes configuraciones en lo relativo a la escalabilidad o la latencia. También puso de manifiesto nuevos focos de riesgo, como los asociados a la fragmentación de la liquidez, a la pérdida del principal por fallos de coordinación entre redes o a otros de naturaleza tecnológica; cuestiones, todas ellas, en las que

22 Habilitando una especie de colas de espera cuando no se dispone de saldo suficiente para poder ejecutar una operación de inmediato. Estas colas actúan de manera autónoma, tienen sus propios mecanismos de optimización multilaterales y ofrecen funcionalidades típicas de los sistemas centralizados, como, por ejemplo, la fijación de prioridades, la congelación de transacciones o su cancelación.

23 Por ejemplo, *zero-knowledge-proof*, canales bilaterales privados, identidades confidenciales o información compartida bajo el principio de necesidad, de modo que se limite quién tiene acceso a ella. Los experimentos demostraron, igualmente, que la privacidad no es incompatible con facilitar a las autoridades pertinentes la información que les sea necesaria de forma ágil, confiable y eficiente.

24 A través, por ejemplo, del uso de contratos autoejecutables —aplicables incluso a situaciones anómalas, como errores o incumplimientos por alguna de las partes— o de compartir entre las contrapartes de una transacción, debidamente codificados y *off-chain*, secretos (o *hashes*) que les permitan acreditar sus respectivos derechos.

25 El Proyecto Stella demostró que, aunque es posible completar liquidaciones atómicas con activos de infraestructuras distintas, se añade complejidad y se originan nuevos riesgos que es necesario gestionar.

se sigue profundizando. En particular, se apuntó la importancia creciente de los servicios de computación en la nube y el desafío que supone asegurar tanto un marco de control oportuno como un nivel de interoperabilidad aceptable. Del mismo modo, se insistió en la necesidad de reflexionar sobre la manera de ejercer una gobernanza efectiva de los componentes de la *blockchain*, de su evolución técnica y de lo apremiante de ahondar en la dimensión jurídica de estas plataformas y de las w-CBDC, incluyendo lo tocante a la firmeza.

4 Conclusiones

La experimentación alrededor de las CBDC constituye uno de los campos de trabajo que más interés están despertando entre los bancos centrales. Aunque su vertiente mayorista ha sido, en muchos casos, la razón de ser de estas iniciativas, su visibilidad pública resulta muy inferior a las de naturaleza universal. Se trata de una consecuencia lógica por su mayor nivel de especialización y lo reducido de sus destinatarios. No obstante, su recorrido potencial no desmerece el anterior, como evidencia un amplio rango de proyectos que exhiben resultados prometedores tanto en lo relativo a su capacidad para mejorar los circuitos de pagos internacionales como, en general, a efectos de modernizar y adaptar las infraestructuras del mercado financiero, asegurando que estas sigan sin ser un punto de origen y propagación de perturbaciones sobre el sistema financiero.

Las w-CBDC emergen, por tanto, como un complemento de las CBDC de acceso universal, fomentan un debate recíproco en torno a los puntos de interés común y plantean, a su vez, una serie de retos diferenciales que reclaman su propia línea de investigación independiente. Conscientes de esta circunstancia, son cada vez más las autoridades monetarias que están articulando una estrategia alrededor de estas y que, además, apuestan abiertamente por intensificar la cooperación internacional como vía para explorar todo su recorrido potencial.

Como se ha procurado mostrar en los apartados anteriores, esta colaboración está resultando especialmente intensa en lo que respecta a los circuitos de pago mayoristas, particularmente en aquellos cuya gestión recae sobre los bancos centrales, aunque no en exclusiva. Se está buscando poder determinar así la capacidad efectiva de esta nueva clase de pasivo monetario para dar respuesta a muchos de los retos que plantea la digitalización creciente de los activos de la economía, pero también para hacer frente a los obstáculos que, hasta el momento, han convertido los pagos transfronterizos en caros, opacos, ineficientes e inseguros. Afortunadamente, el recorrido que se vislumbra en el horizonte aparenta ser muy prometedor.

BIBLIOGRAFÍA

- Asociación de Bancos de Singapur y Autoridad Monetaria de Singapur (2017). *Project Ubin Phase 2: Re-imagining Interbank Real-Time Gross Settlement System Using Distributed Ledger Technologies*.
- Auer, R., P. Haene y H. Holden (2021). *Multi-CBDC arrangements and the future of crossborder payments*, BIS Papers, n.º 115.
- Banco de Canadá (2017a). *Project Jasper*.
- Banco de Canadá (2017b). *Project Jasper: A Canadian Experiment with Distributed Ledger Technology for Domestic Interbank Payments Settlement*.
- Banco de Canadá (2018). *Jasper Phase III: Securities Settlement Using Distributed Ledger Technology*.
- Banco de Canadá y Autoridad Monetaria de Singapur (2019). *Jasper-Ubin: Enabling Cross-Border High Value Transfer Using Distributed Ledger Technologies*.
- Banco Central Europeo y Banco de Japón (2017). *Stella - a joint research project of the European Central Bank and the Bank of Japan / Payment systems: liquidity saving mechanisms in a distributed ledger environment*.
- Banco Central Europeo y Banco de Japón (2019a). *Stella - a joint research project of the European Central Bank and the Bank of Japan / Securities Settlement Systems: delivery versus payment in a distributed ledger environment*.
- Banco Central Europeo y Banco de Japón (2019b). *Stella – joint research project of the European Central Bank and the Bank of Japan / Synchronised cross-border payments*.
- Banco Central Europeo y Banco de Japón (2020). *Stella – joint research project of the European Central Bank and the Bank of Japan / Balancing confidentiality and auditability in a distributed ledger environment*.
- Banco de Francia (2021). *Wholesale Central Bank Digital Currencies Experiments with the Banque de France: Results & Key Findings*.
- Banco Mundial (2021). *Central bank digital currencies for cross-border payments: a review of current experiments and ideas*, Payment Systems Development Group, International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank.
- Banco Nacional Suizo, Banco de Pagos Internacionales y SIX Group (2020). *Project Helvetia: Settling tokenised assets in central bank money*.
- Banco Nacional Suizo, Banco de Pagos Internacionales y SIX Group (2022). *Project Helvetia Phase II: Settling tokenised assets in wholesale CBDC*.
- Banco de la Reserva de Sudáfrica (2018). *Project Khokha: Exploring the use of distributed ledger technology for interbank payments settlement in South Africa*.
- Banco de Tailandia (2019a). *Inthanon - Phase I: An application of Distributed Ledger Technology for a Decentralised Real Time Gross Settlement system using Wholesale Central Bank Digital Currency*.
- Banco de Tailandia (2019b). *Inthanon – Phase II: Enhancing Bond Lifecycle Functionalities & Programmable Compliance Using Distributed Ledger Technology*.
- Banco de Tailandia y Autoridad Monetaria de Hong Kong (2020). *Inthanon-LionRock: Leveraging Distributed Ledger Technology to Increase Efficiency in Cross-Border Payments*.
- Bech, M., y R. Garatt (2017). «Central Bank Cryptocurrencies», *BIS Quarterly Review*, septiembre.
- Boar, C., H. Holden y A. Wadsworth (2020). *Impending arrival – a sequel to the survey on central bank digital currency*, BIS Papers, n.º 107.
- Boar, C., y A. Wehri (2021). *Ready, steady, go? – Results of the third BIS survey on central bank digital currency*, BIS Papers, n.º 114.
- Comité de Estabilidad Financiera (2020). *Enhancing Cross-border Payments - Stage 3 roadmap*.
- Comité de Pagos e Infraestructuras del Mercado (2019). *Wholesale digital tokens*, Banco de Pagos Internacionales.
- Comité de Pagos e Infraestructuras del Mercado (2021). *Central bank digital currencies for cross-border payments*, Banco de Pagos Internacionales.

- Comité de Pagos e Infraestructuras del Mercado y Comité de Mercados (2018). *Central bank digital currencies*, Banco de Pagos Internacionales.
- Comité de Pagos e Infraestructuras del Mercado y Comité Técnico de la Organización Internacional de Comisiones de Valores (2012). *Principles for financial market infrastructures*, Banco de Pagos Internacionales.
- Comité de Sistemas de Pago y Liquidación (2003). *The role of central bank money in payment systems*, Banco de Pagos Internacionales.
- Consejo Federal de la Conferación Helvética (2019). *Digitales Zentralbankgeld: Bericht des Bundesrates in Erfüllung des Postulats 18.3159, Wermuth, vom 14.03.2018*.
- Deloitte y Autoridad Monetaria de Singapur (2016). *The future is here. Project Ubin: SGD on Distributed Ledger*.
- Deloitte, Bolsa de Valores de Singapur y Autoridad Monetaria de Singapur (2018). *Delivery versus Payment on Distributed Ledger Technologies. Project Ubin*.
- Demmou, L., y Q. Sagot (2021). *Central bank digital currencies and payments: a review of domestic and international implications*, Economics Department Working Papers, n.º 1655, OCDE.
- Fernández de Lis, S., y O. Gouveia (2019). *Monedas digitales emitidas por bancos centrales: características, opciones, ventajas y desventajas*, Documento de Trabajo n.º 19/03, BBVA Research.
- Ferrari, M., A. Mehl y L. Stracca (2020). «The international dimension of a central bank digital currency», VoxEU.
- Fondo Monetario Internacional (2020). *Digital Money Across Borders: Macro-Financial Implications*, Policy Paper n.º 2020/050.
- Kosse, A., e I. Mattei (2022). *Gaining momentum – Results of the 2021 BIS survey on central bank digital currencies*, BIS Papers, n.º 125.
- Marqués Sevillano, J. M. (2022). *El euro digital: una pieza más en la adaptación a un nuevo escenario en el sistema de pagos*, Documento de Trabajo sobre Dinero Digital y Sistemas de Pago n.º 2021, Fide.
- Romero Ugarte, J. L., A. Sánchez Martín, C. Martín Rodríguez y J. Arenillas Cristóbal (2021). «Implicaciones de una moneda digital soberana mayorista apoyada en tecnología de registros distribuidos para las infraestructuras del mercado financiero», *Revista de Estabilidad Financiera*, n.º 40, Banco de España.
- Temasek y Autoridad Monetaria de Singapur (2020). *Project Ubin Phase 5 - Enabling Broad Ecosystem Opportunities*.