



**GRADO EN ECONOMÍA**  
**CURSO ACADÉMICO 2022 / 2023**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**ANÁLISIS TEÓRICO SOBRE LAS CBDC**

**THEORETICAL ANALYSIS ON CBDCs**

**AUTOR**

**Mario Arbaolaza López**

**DIRECTOR/A**

**Daniel Díaz Fuentes**

**FEBRERO 2023**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

|   |    |
|---|----|
| RESUMEN.....  | 2  |
| ABSTRACT .....  | 2  |
| 1. INTRODUCCIÓN .....   | 2  |
| 1.1 MOTIVACIÓN .....  | 2  |
| 1.2 EVOLUCIÓN DEL DINERO A LO LARGO DE LA HISTORIA .....                          | 3  |
| 2. MARCO CONCEPTUAL.....  | 4  |
| 2.1 CBDC.....   | 4  |
| 2.2 DLT .....   | 5  |
| 2.2.1 Distributed ledger technology (Tecnología de libro mayor distribuido) ..... | 5  |
| 2.2.2 Blockchain y DLT .....  | 6  |
| 3. ANÁLISIS.....  | 7  |
| 3.1 MOTIVACIONES DE LOS BANCOS CENTRALES PARA EMITIR UNA CBDC                     | 7  |
| 3.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS CBDC .....   | 8  |
| 3.3 POSIBLES MODELOS CBDC .....   | 10 |
| 3.3.1 Tecnología idónea para una CBDC .....                                       | 11 |
| 3.4 MODELO DE POSESIÓN .....  | 12 |
| 3.5 IMPACTO EN LA POLÍTICA MONETARIA Y EL SISTEMA FINANCIERO<br>ACTUAL .....      | 13 |
| 4. PRIVACIDAD .....   | 15 |
| 5. CONCLUSIÓN.....  | 17 |
| 6. BIBLIOGRAFÍA .....   | 18 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |   |
|---|---|
| FIGURA 1: CARACTERÍSTICAS BÁSICAS QUE SE LE PRESUPONEN A UNA<br>CBDC..... | 8 |
|---|---|

## RESUMEN

El dinero siempre ha estado presente en nuestra sociedad. Se trata de una herramienta que facilita las relaciones económicas. Durante toda su historia este ha ido adoptando diferentes formas, ligadas siempre al desarrollo tecnológico de la época. Vivimos una etapa en la que el desarrollo tecnológico se ha intensificado, sobre todo en el ámbito digital. Este desarrollo también ha llegado al sector financiero, donde en los últimos años, un gran número de bancos centrales han realizado publicaciones acerca de sus proyectos sobre monedas digitales, comúnmente conocidas como CBDC (Central Bank Digital Currency), foco del presente trabajo.

Inicialmente, se hará una revisión sobre la evolución del dinero desde su origen hasta el momento actual. Seguidamente, se describirán las diferentes tecnologías y modelos que se plantean para las CBDC. Finalmente, se explicará cómo afecta la aparición de las CBDC al futuro de las políticas monetarias de los Bancos Centrales y su impacto en el sistema financiero.

## ABSTRACT

Money has always been present in our society. It's a tool that facilitates economic relationships. Throughout its history, it has taken on different forms, always linked to the technological development of the time. We are living in a stage where technological development has been intensified, especially in the digital field. This development has also reached the financial sector, where in recent years, a large number of central banks have published about their projects on digital currencies, commonly known as CBDC (Central Bank Digital Currency), the focus of the present work.

Initially, a review of the evolution of money will be made from its origin to the present day. Then, the different technologies and models that are proposed for CBDCs will be described. Finally, it will be explained how the emergence of CBDCs affects the future Central Banks monetary policies and its impact on the financial system.

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 MOTIVACIÓN

Las motivaciones para realizar este TFG son varias, pero destacaré las fundamentales. La principal motivación se debe al momento único en la historia que nos ha tocado vivir. Estamos ante la transición del dinero en formato físico al formato digital. El dinero es una herramienta básica en nuestra sociedad, que a lo largo de la historia ha ido adoptando diferentes formas ligadas siempre al desarrollo tecnológico de la época. Actualmente vivimos una revolución digital impulsada por la aparición de nuevas tecnologías de este tipo. La tecnología blockchain es un ejemplo de ello, ya que, desde su nacimiento en el año 2008 con el whitepaper de Bitcoin, ha conseguido revolucionar el sector financiero.

Otra de mis motivaciones para la realización de este TFG es la convivencia del dinero de emisión pública, con el dinero de emisión privada. Desde que descubrí las

criptomonedas, siempre me ha causado intriga el cómo podrían convivir con el dinero FIAT. El crecimiento reciente que están teniendo las monedas digitales de emisión privada creando entornos financieros descentralizados cada vez más importantes, unido al avance hacia una sociedad cada vez más digital, han provocado una reacción de los bancos centrales en forma de CBDC.

## 1.2 EVOLUCIÓN DEL DINERO A LO LARGO DE LA HISTORIA

El dinero es una tecnología que nos permite transportar valor a lo largo del tiempo y el espacio. Nos facilita la adquisición de bienes y/o servicios, superando las limitaciones del trueque. Respecto al origen del dinero, existen diferentes teorías que tratan de dar explicación a este acontecimiento. Una de las más aceptadas es la que nos proporciona Carl Menger, padre fundador de la escuela Austriaca, en su libro "The Origins of Money". Según Menger, el dinero aparece de forma espontánea en el mercado por la necesidad de la existencia de este.

"why it is that the economic man is ready to accept a certain kind of commodity, even if he does not need it, or if his need of it is already supplied." (Menger, 1892, p. 239)

A lo largo de la historia, cierto tipo de mercancías han presentado una demanda mayor y más constante que otras, a causa del deseo de aquellos que estaban en posición de poder operar con ellas. Acudir al mercado con este tipo de mercancías te situaba en una posición ventajosa, debido al mayor grado de vendibilidad de estas mercancías. Permitiendo a las personas poseedoras adquirir los bienes deseados con mayor facilidad, y a precios acordes a la situación económica del momento.

En el supuesto que una persona acuda al mercado con una mercancía cuyo grado de vendibilidad es bajo y por tanto no le permita adquirir aquello que desea, tratará de intercambiar la mercancía por otra cuyo grado de vendibilidad sea mayor que la anterior, y consecuentemente acercándose a aquel bien o servicio que desea.

These wares would be qualified by their costliness, easy transportability, and fitness for preservation (in connection with the circumstance of their corresponding to a steady and widely distributed demand), to ensure to the possessor a power, not only "here" and "now" but as nearly as possible unlimited in space and time generally, over all other market-goods at economic prices. (Menger, 1892, p. 248)

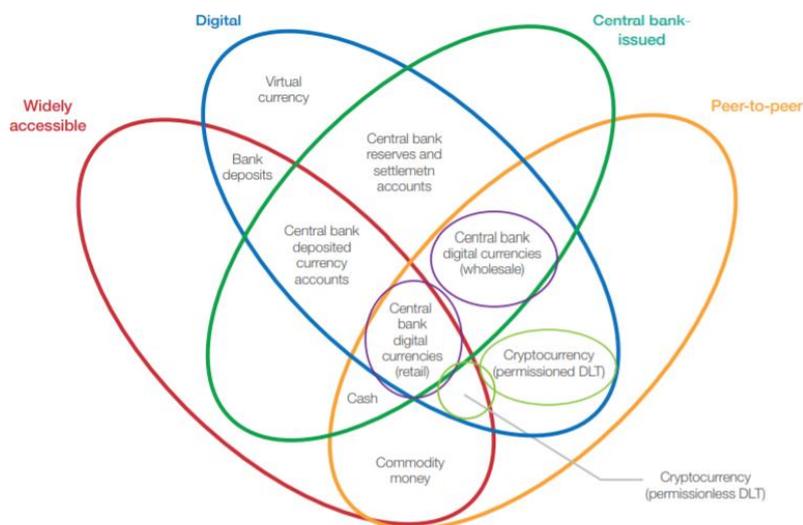
Una de las causas por las que un bien se convierte en dinero es el hecho de que sea una buena reserva de valor. El dinero no es la única reserva de valor conocida. Obras de arte, tierras, metales preciosos, etc. De hecho, es probable que no sea el mejor depósito de valor puesto que se deprecia con la inflación. Sin embargo, es más líquido que el resto de los activos, además, el dinero es una reserva de valor fácilmente transportable, característica que ha tenido mucha importancia en la historia del dinero.

Las formas que ha adaptado el dinero a lo largo de la historia son diversas, y siempre han estado ligadas al desarrollo tecnológico de la época. La primera forma que adopta el dinero es la de dinero mercancía. Este dinero se caracterizaba por tener un valor intrínseco. Aunque esta forma de dinero cumplía de forma práctica con las principales características que este debía poseer, también presentaba ciertas desventajas. La durabilidad, la precisión de medida del valor, la divisibilidad de los bienes, o tratar de planificar actividades financieras a futuro, eran problemas que esta forma de dinero presentaba. Es esta la razón, por la cual acaban imponiéndose los metales preciosos, principalmente el oro y la plata, al resto de mercancías. Para simplificar los costos que suponía la verificación y pesaje de los metales en cada transacción, nacen las

## ANÁLISIS TEÓRICO SOBRE LAS CBDC

primeras monedas. Los acuñadores de las monedas garantizaban la pureza del metal y el peso de la moneda. Aunque esta forma de dinero mejoraba las prestaciones del anterior, seguía presentando alguna desventaja. El hecho de transportar cantidades importantes de dinero se hacía difícil debido al peso de este. De ahí el motivo por el cuál en los siglos XVI y XVII, el banco de Inglaterra introduce el papel moneda (títulos de crédito que fungían como moneda pero que eran, en realidad, títulos cuyo deudor era el Banco y que ofrecían como garantía la deuda pública en manos del banco). El patrón oro fue presentado formalmente por Inglaterra a principios del siglo XIX, y se utilizó como relación para la estabilidad monetaria hasta la primera mitad del siglo XX.

De esta forma, entramos en la etapa actual: La etapa del dinero FIAT. Una forma de dinero fiduciario. El término FIAT proviene del latín fiat, que significa hágase o que así sea. Etapa actual pero definitivamente no será la última. Recientemente, muchos bancos centrales han publicado acerca de sus proyectos de CBDC. En este trabajo, trataremos de exponer los diferentes modelos de CBDC que se están investigando, analizarlos y mostrar cómo pueden afectar a las políticas monetarias de los bancos centrales.



Fuente: La flor del dinero: una taxonomía del dinero. Imagen adaptada de M Bech y R Garratt, "Criptomonedas del banco central", BIS Quarterly Review 2019

## 2. MARCO CONCEPTUAL

### 2.1 CBDC

CBDC is not a well-defined term. It is used to refer to a number of concepts. However, it is envisioned by most to be a new form of central bank money. That is, a central bank liability, denominated in an existing unit of account, which serves both as a medium of exchange and a store of value. This would be an innovation for general purpose users but not for wholesale entities. (Bank for International Settlements, 2018)

La moneda digital de Banco Central, más conocida como CBDC por sus siglas en inglés (Central Bank Digital Currency), es una variante electrónica de dinero emitida

por un Banco Central. Actualmente, el efectivo es el único tipo de dinero disponible para el público en general. Esta moneda digital estaría respaldada por el mismo Banco Central. Al estar respaldadas por el banco central se considera que tienen estabilidad y seguridad similares a las monedas tradicionales. Establecer en estos momentos una definición más detallada sobre las CBDC sería un error, debido a lo prematuro del concepto y la gran amplitud de posibilidades que presenta.

En la mayor parte de la literatura que aborda este tema se asume que las CBDC estarán basadas en tecnología DLT (Tecnología de libro mayor distribuido) por analogía con las criptomonedas. Pero apenas hay discusión sobre si fuera conveniente utilizar otras tecnologías ya existentes, dependiendo de la modalidad de CBDC que se elija: minorista o mayorista (retail o wholesale en inglés).

## 2.2 DLT

### 2.2.1 Distributed ledger technology (Tecnología de libro mayor distribuido)

La tecnología DLT, o Distributed Ledger Technology, es un sistema de registro descentralizado que permite la gestión de datos de manera distribuida entre varios participantes. En otras palabras, en lugar de tener un único lugar para almacenar y gestionar información, en un sistema DLT los datos se distribuyen entre varios nodos en una red.

La tecnología de libro mayor distribuido es una combinación de tres tecnologías que ya existían previamente:

- Peer-to-peer (P2P) networks: In these models, each network participant (node) acts simultaneously as client and server, contributing and consuming resources.

[...]

- Cryptography: Specifically, asymmetric which allows for the secure exchange of information between two parties. It is used to authenticate the sender, to ensure the integrity of the message and, by means of encryption, to prevent third parties from accessing the information in the event they manage to intercept it.

[...]

- Consensus algorithms: They allow several participants, who may not know or trust each other, to reach an agreement to add new entries to the ledger. (Ugarte, 2018)

Una de las características más importantes de la tecnología DLT es que es segura y resistente a la manipulación, ya que los datos se almacenan en varios lugares al mismo tiempo y se verifican mediante algoritmos criptográficos. Además, los cambios realizados en una parte de la red deben ser validados por una mayoría de participantes antes de ser aceptados, lo que dificulta la posibilidad de fraudes o errores.

Una de las aplicaciones más conocidas de la tecnología DLT son las criptomonedas. El sistema de transacciones basado en blockchain es un ejemplo de cómo se pueden

utilizar DLT para registrar de manera segura y descentralizada transacciones entre varios participantes. Sin embargo, la tecnología DLT tiene aplicaciones en muchos otros campos como: la logística, la gestión de activos, la cadena de suministro o la votación electrónica.

En resumen, la tecnología DLT es un sistema de registro descentralizado que permite la gestión de datos de manera segura y resistente a la manipulación. Sus aplicaciones son variadas y pueden ser utilizadas en diferentes campos. A medida que la tecnología DLT continúe evolucionando, se espera que se desarrollen nuevas aplicaciones de la tecnología que permitan mejorar la eficiencia y la transparencia en diferentes industrias.

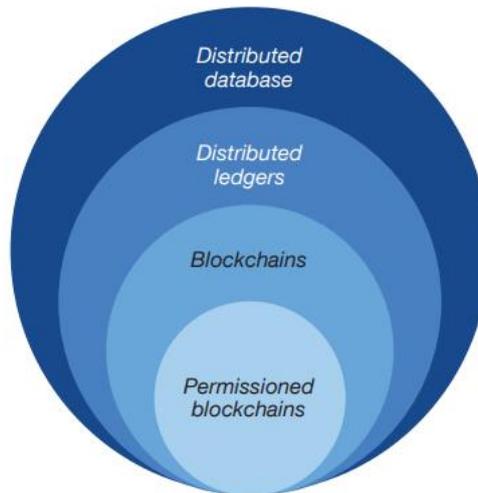
### **2.2.2 Blockchain y DLT**

Blockchain y DLT son términos que a menudo se utilizan de manera intercambiable y sin precisión, pero en realidad existen diferencias destacables entre ambos.

Blockchain es un tipo específico de DLT que se utiliza para registrar transacciones en una cadena de bloques. Cada bloque contiene un conjunto de transacciones y una referencia al bloque anterior, lo que permite una trazabilidad y seguridad de las transacciones. La seguridad en una cadena de bloques se basa en la criptografía y el consenso de los nodos que forman parte de la red, en algunos casos esto puede ser mediante el uso de algoritmos como Proof of Work (Prueba de Trabajo) o Proof of Stake (Prueba de Participación). El caso de uso más conocido de la tecnología blockchain es el Bitcoin, pero también tiene aplicaciones en áreas como la cadena de suministro y la gestión de activos.

Por otro lado, DLT no necesariamente tiene que hacer uso de la cadena de bloques para el registro de las transacciones, también puede estar basado en otras estructuras como grafos, anillos o árboles, entre otras. Aunque blockchain es una modalidad de DLT, existen otras implementaciones y tecnologías que también se consideran DLT como Hashgraph, IOTA o Corda. Estas tecnologías pueden tener diferentes mecanismos de consenso, de seguridad, e incluso dependiendo del caso de uso pueden ser más propicias.

Blockchain es solo una de las muchas implementaciones de DLT. Es una forma de registro distribuido que utiliza una cadena de bloques, pero hay otras formas de registros distribuidos que no utilizan una cadena de bloques. Es importante entender que, aunque blockchain es una de las tecnologías más populares en el campo de DLT, hay otras opciones disponibles y cada una tiene sus propias ventajas y desventajas en función del uso y escenario.



Fuente: Global blockchain benchmarking study, Cambridge Centre for Alternative Finance

### 3. ANÁLISIS

#### 3.1 MOTIVACIONES DE LOS BANCOS CENTRALES PARA EMITIR UNA CBDC

Los bancos centrales tienen el papel crucial de asegurar la estabilidad monetaria y financiera, y promover el crecimiento económico sostenible. Esto se logra a través de una combinación de políticas monetarias, financieras y reguladoras, diseñadas para mantener el control de la inflación, estabilizar los mercados financieros y fomentar el crecimiento económico. (González y Núñez, 2021)

El interés de los bancos centrales sobre la emisión de su propia CBDC se ha visto acrecentado en los últimos años, debido a factores como la digitalización, nuevas alternativas monetarias o la creciente centralización de los datos, particularmente en el sector financiero. Este rol cada vez más importante que están tomando los datos brinda muchas oportunidades para reducir las asimetrías de información, reducir costos y habilitar nuevas formas de dinero.

Un motivo por el cual los bancos centrales se encuentran investigando proyectos de CBDC es el rápido aumento del interés en Bitcoin y otras criptomonedas las cuales suponen una amenaza a la estabilidad financiera. Estas no están reguladas por un Banco Central y por ende no están sujetas a las políticas monetarias tradicionales. (Auer et al., 2021)

Otro motivo es la llegada de las monedas estables (también conocidas como stablecoins). A diferencia de las criptomonedas, las monedas estables están diseñadas para mantener un valor estable, ya sea de forma algorítmica o por respaldo de activos. Esto podría suponer una pérdida de control por parte de los bancos centrales, los cuales emiten moneda y controlan la oferta monetaria para estabilizar los precios. (Auer et al., 2021)

El tercer motivo se debe a la entrada de las grandes compañías tecnológicas a los sistemas de pago. Estas compañías recopilan un volumen enorme de datos personales. Extrapolado a los sistemas de pago, esto generaría efectos de red en el

## ANÁLISIS TEÓRICO SOBRE LAS CBDC

mismo, haciéndolo propenso a la concentración de datos. Esta información no sería accesible para el resto de competidores/actores del sistema financiero, permitiendo así afianzar la posición de poder de estas empresas.

La siguiente razón por la que los bancos centrales están considerando la emisión de una CBDC es mejorar la eficiencia del sistema financiero. Una CBDC podría permitir transacciones más rápidas y seguras, ya que estas se realizarían directamente entre las cuentas del Banco Central, en lugar de utilizar una red de intermediarios. Además, podría provocar una reducción del uso del efectivo, lo que podría ahorrar costos en términos de impresión y distribución de billetes y monedas.

La creación de una CBDC podría aumentar la inclusión financiera al permitir a personas que no están actualmente bancarizadas acceder a servicios financieros básicos (Alonso, Vazquez Y Forradellas, 2020). Esto podría ser especialmente importante en países con altos niveles de pobreza y baja bancarización. Según el Banco Mundial, 1.7 mil millones de adultos en el mundo no tienen cuentas bancarias y una CBDC podría ayudar a incluirlos en el sistema financiero.

Otra motivación que esgrimen los Bancos Centrales para emitir una CBDC es reducir el riesgo de fraude. Una CBDC podría utilizar la tecnología DLT para garantizar la seguridad de las transacciones y reducir la posibilidad de que las transacciones sean falsificadas o alteradas (Federal Reserve, 2023). Esto podría ayudar a reducir la actividad criminal relacionada con la falsificación de dinero y también podría ayudar a mejorar la confianza en el sistema financiero.

### 3.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS CBDC

Central bank digital currencies (CBDCs) promise to provide cash-like safety and convenience for peer-to-peer payments. To do so, they must be resilient and accessible. They should also safeguard the user's privacy, while allowing for effective law enforcement. Different technical designs satisfy these attributes to varying degrees, depending on whether they feature intermediaries, a conventional or distributed infrastructure, account- or token-based access, and retail interlinkages across borders. We set out the underlying trade-offs and the related hierarchy of design choices. (Auer y Böhme, 2020)

Dependiendo del diseño tecnológico escogido, la CBDC cumplirá en mayor o menor grado con las principales características que se le presuponen. Por ejemplo, aspectos como la accesibilidad, conveniencia o privacidad (Entendiendo privacidad como el uso de los datos del consumidor para casos estrictamente necesarios).

**FIGURA 1: CARACTERÍSTICAS BÁSICAS QUE SE LE PRESUPONEN A UNA CBDC**

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| Convertibilidad             | Debe de existir la posibilidad de poder intercambiar una CBDC con otras CBDC, u otras formas de dinero existentes.  |
| Conveniencia                | Su uso debe de ser sencillo para el usuario. Al igual que ocurre con otros métodos de pago que existen actualmente, como el efectivo o el pago con tarjeta.   |
| Aceptación y disponibilidad | Debe de ser aceptado de la misma forma que cualquier otro método existente de dinero. Que no haya distinciones entre efectivo, tarjeta o CBDC. Incluyendo la posibilidad de que estas transacciones se hicieran incluso sin estar conectado a la red. |
| Bajo coste                  | Deberían de tener unos costes de transacción cercanos o iguales a 0. Y también una inversión tecnológica mínima para el usuario.  |

- Características del sistema:

|                      |   |
|----------------------|---|
| Seguro               | El sistema debe de ser seguro para ambas partes, resistente a ataques cibernéticos u otras amenazas.  |
| Instantáneo          | Los pagos deberían de ser instantáneos. El motivo es sencillo, actualmente existe esa tecnología y hay medios de pago que la implementan, véase bizum.  |
| Resiliente           | Un sistema CBDC debe de ser extremadamente resistente a fallas e interrupciones operativas, desastres naturales, cortes de electricidad u otros problemas. Así que el sistema debería proporcionar soluciones ante los posibles inconvenientes. |
| Disponible           | El sistema deberá estar disponible para los usuarios durante los 365 días del año, las 24 horas del día.  |
| Rendimiento          | Debería ser capaz de soportar un alto número de transacciones.  |
| Escalable            | Capacidad para expandir su potencial a futuro. (número de transacciones por minuto, número de verificadores...)   |
| Interoperable        | Debería ofrecer mecanismo de interoperabilidad con sistema de pagos digitales del sector privado, facilitando el flujo de pagos.  |
| Flexible y adaptable | Un sistema CBDC debería ser flexible y adaptable a condiciones cambiantes y políticas imperativas   |

## ANÁLISIS TEÓRICO SOBRE LAS CBDC

- Características de las instituciones

|                     |   |
|---------------------|---|
| Marco legal robusto | Un Banco Central debería tener autoridad sustentando la emisión de CBDC.  |
| Estándares          | Un sistema CBDC deberá ajustarse a los estándares regulatorios apropiados. Las CBDC deben estar sujetas a normas regulatorias y prudenciales equivalentes a las de las empresas que ofrecen servicios similares para efectivo o dinero digital existente. |

Fuente: Extraído del Banco de Pagos Internacionales, 2020

### 3.3 POSIBLES MODELOS CBDC

Una vez hemos visto cuales deben de ser las principales características del concepto CBDC y de todo lo que lo rodea, toca adentrarse en las diferentes opciones de diseño posibles que presentan las CBDC. Se trata de una decisión muy importante que puede llegar a ser determinante en el futuro funcionamiento de la moneda. El Banco de Pagos Internacionales en su paper (Auer y Böhme, 2020), nos proporciona los principales tipos de arquitectura que están siendo valorados por los Bancos Centrales para el desarrollo de sus CBDC.

Los tres modelos serían los siguientes:

- Modelo CBDC indirecto: También conocido como two-tier-multi-cell por su parecido al sistema two-tier financiero actual. Está CBDC no se trataría de un derecho directo sobre el Banco Central, lo cual contrasta con el efectivo actual. Los bancos comerciales crearían una CBDC sintética, y estarían obligados a respaldarla totalmente frente a los consumidores minoristas a través de su tenencia de CBDC “reales”. Al igual que en el sistema actual, los intermediarios serían los encargados de manejar toda la comunicación con los clientes, envío de mensajes de pago a otros intermediarios e instrucciones de pago mayorista al Banco Central. Este último sería el encargado de liquidar las cuentas CBDC mayoristas con carácter definitivo.
- Modelo CBDC directo: En este modelo se elimina la figura de los intermediarios. El Banco Central sería el encargado de realizar las funciones que antes realizaban los bancos comerciales como el mantenimiento de cuentas, antilavado de dinero, combatimiento del terrorismo financiero, servicio al cliente, y un largo etcétera de situaciones. También cabe la posibilidad que ciertas gestiones las cuáles no estén relacionadas con el sistema de pagos pudieran ser realizadas por el sector privado. Sería un modelo que destacaría por su sencillez, aunque comprometería aspectos como la velocidad de pago o la eficiencia. Finalmente, si este es el modelo escogido, esto supondría una gran expansión en las funciones que actualmente desempeña el Banco Central. Este modelo presenta una mayor dificultad que el anterior, puesto que un solo organismo sería el encargado de proporcionar este servicio.
- Modelo CBDC híbrido: Este último modelo mezcla características de los dos anteriormente mencionados. En este modelo se combina una conexión directa entre el consumidor y el Banco Central, pero los intermediarios actuarían como mensajeros en una capa aparte. Habría dos elementos claramente diferenciados el Banco Central y los Proveedores de Sistemas de Pagos (PSP). Los balances de ambas partes estarían totalmente separados. En caso de fallo en un proveedor, este sistema permitiría la portabilidad, no

considerando las tenencias de CBDC como parte disponible del patrimonio del PSP que ha resultado fallido. Se trata de una opción que realizaría una transformación menos drástica que el modelo directo, aunque seguiría otorgando un papel importante a los intermediarios.

### 3.3.1 Tecnología idónea para una CBDC

Una vez revisados los modelos principales de arquitectura existentes para las CBDC, Es necesario evaluar qué infraestructura se va a utilizar. La primera opción sería continuar con un modelo convencional (Similar al utilizado hasta ahora). Otra posibilidad podría ser adoptar una infraestructura basada en DLT. Como vimos en el apartado anterior, el modelo de CBDC indirecto sería algo similar al sistema financiero actual y no requería de grandes cambios, por el contrario, el modelo CBDC directo supondría una revolución que llevaría implícita grandes cambios tecnológicos ya que el Banco Central sería el encargado de procesar todas las transacciones, comparable a las tarjetas de crédito actuales. La arquitectura híbrida sería la más compleja de realizar, porque en este caso el banco central estaría al cargo del mantenimiento de los saldos minoristas. Este sistema, al igual que los anteriores podría basarse en un sistema convencional con base de datos centralizada o utilizando la tecnología DLT.

Como se muestra en el apartado de marco conceptual, en un sistema DLT, al no existir un nodo central es necesario un mecanismo de consenso, que consecuentemente provoca una disminución del rendimiento de las transacciones. Estas limitaciones dificultarían su uso en un modelo CBDC directo, pero si pudiera ser adecuado en un modelo de CBDC indirecto, donde el Banco Central no estaría al cargo de las transacciones minoristas.

However, DLT could be used for the indirect CBDC architecture, as the number of transactions in many wholesale payment systems is comparable with that handled by existing blockchain platforms, as also demonstrated in several wholesale CBDC experiments conducted by central banks (Bech, Hancock, Rice and Wadsworth (2020, in this issue)). Enterprise versions of DLT might also be feasible for the hybrid CBDC architecture.(Auer y Böhme, 2020)

Ambos modelos de infraestructura presentan vulnerabilidades. En un formato convencional la falla se concentra en el nodo superior, mientras que en un formato DLT sería en el mecanismo de consenso, que puede verse comprometido por un caso de denegación de servicio, ya sea elevando el tráfico de la red o enviando información que la provoque un fallo sistémico.

Es conveniente evaluar los costos y beneficios que puede conllevar el uso de una DLT. Se tratan de validadores externos a la “autoridad” que van a estar encargados de los activos del balance de un Banco Central. La principal pregunta que las instituciones deben hacerse es si de verdad esta red de validadores sería más fiable que el Banco Central.

### 3.4 MODELO DE POSESIÓN

Account- and token-based payment systems are largely distinguished by their identification requirements. For a transaction to be deemed satisfactory in an account-based system the payor has to be identified as the holder of the account from which the payment will be made. In contrast, in a token-based system, what needs to be identified is the genuineness of the object being transferred. (Kahn, Rivadeneyra y Wong, 2018)

Generalmente podemos dividir los acuerdos de pago en dos categorías: Sistemas basados en tokens y sistemas basados en cuentas. La principal diferencia que encontramos es que un sistema basado en cuentas requiere verificar la identidad del pagador, mientras que en un sistema basado en token solo se requiere verificar la validez del objeto con el que se realizará el pago. (Kahn, Rivadeneyra y Wong, 2018)

Tanto los sistemas de cuentas como los de tokens son acuerdos de mantenimiento de registros. Estos acuerdos presentan dos aspectos esenciales: Los permisos de acceso a los registros y el protocolo para actualizar los registros. Estos aspectos determinan que partes del sistema tienen acceso a los registros y como los registros son actualizados. Por ejemplo, de forma bilateral por las partes que conforman la transacción, o por un tercero externo.

El efectivo es un ejemplo de sistema de token, el cual se intercambia en transacciones bilaterales descentralizadas. El cambio de posesión en los billetes equivale a una actualización en los registros del sistema. Se trata de un sistema descentralizado porque no hay un registro único ni un único responsable de actualizarlo. Criptomonedas como el Bitcoin también son sistemas de token donde los registros son descentralizados al estar en una red distribuida.

Un sistema basado en token garantizaría el acceso universal ya que cualquier persona podría obtener una firma digital y ofrecería un alto nivel de privacidad por defecto. Además, permitiría que las CBDC interactúen con diferentes protocolos de comunicación, siendo la base para micropagos en el internet de las cosas. Sin embargo, tiene algunas desventajas importantes, una de las cuales es el riesgo elevado de perder fondos si los usuarios finales no mantienen en secreto su clave privada. (Auer y Böhme, 2020)

En un sistema basado en cuentas, se asigna una cuenta única a cada individuo o entidad, que se utiliza para almacenar y gestionar su saldo de CBDC. Es similar a una cuenta bancaria tradicional, permitiendo transacciones directas entre cuentas.

En este modelo, el Banco Central actúa como el administrador de cuentas, y es responsable de verificar y autorizar transacciones, garantizando la integridad y seguridad del sistema. Además, este modelo permite una mayor interoperabilidad con los sistemas financieros existentes, ya que se basa en infraestructuras y protocolos actuales.

Sin embargo, una desventaja de este modelo es que puede requerir un alto grado de centralización, ya que el Banco Central tiene un gran control sobre el sistema y puede tener implicaciones en la privacidad de los usuarios

Record-keeping systems have tradeoffs in their level of access, privacy and security. For a given cost, there is a trilemma: no system can simultaneously have universal access, perfect security and complete privacy. When access to a system is expanded, it is accompanied by less security (from admitting potentially dishonest participants) or less privacy (relinquished by participants to control the risks). (Kahn, Rivadeneyra y Wong, 2018)

El equilibrio entre accesibilidad y privacidad está determinado en parte por los requisitos de identificación. Una forma de controlar los riesgos de extender el acceso a un sistema de mantenimiento de registros es exigiendo a los usuarios a renunciar a la privacidad ya sea en el momento de unirse a la red o a la hora de realizar transacciones. En un sistema basado en tokens el pagador no necesita conocer la identidad del beneficiario, ni tiene que revelar información externa al beneficiario más allá de la asociada con la moneda en específico.

En un sistema basado en cuentas el pagador conoce el número de cuenta del beneficiario o viceversa. Pero incluso en el caso de que los transactores no necesiten saber nada el uno del otro más allá de los números de cuenta para la transacción, los bancos que mantienen las cuentas están obligados a tener información sobre las identidades de las personas por una variedad de razones legales, incluyendo restricciones contra el lavado de dinero, conoce tu cliente o conoce a tu tercero.

### **3.5 IMPACTO EN LA POLÍTICA MONETARIA Y EL SISTEMA FINANCIERO ACTUAL**

La introducción de una CBDC es un tema de interés en la actualidad, ya que plantea incertidumbre sobre su posible impacto en la economía y la sociedad. Para determinar si es factible su implementación, se están teniendo en cuenta una gran cantidad de variables. Seguridad, privacidad, regulación o la interoperabilidad con otras monedas digitales.

Ante esta incertidumbre y para poder evaluar su viabilidad, se están llevando a cabo pruebas en diferentes países. Estas pruebas tienen como objetivo evaluar la capacidad de las CBDC para cumplir con los requisitos técnicos y funcionales necesarios para su uso en la economía real.

Además, las pruebas piloto también tienen como objetivo evaluar la capacidad de las instituciones financieras y los proveedores de servicios de pago para adaptarse y operar con las CBDC. También se están realizando estudios para evaluar el impacto de una CBDC en la economía y la sociedad, incluyendo su impacto en la inclusión financiera, la competencia y la innovación.

El primer beneficio que los expertos creen que las CBDC podrían aportar, es en lo referido a los tipos de interés.

Banks of different sizes respond differently to interest on reserves (IOR) policy. For low IOR rates, large banks are non-responsive to IOR rate changes, leading to weak pass-through of IOR rate changes to deposit rates. In these circumstances, a central bank digital currency (CBDC) may be used to provide competitive pressure to drive up deposit rates and improve monetary policy transmission. (Garratt, Yu and Zhu, 2022)

## ANÁLISIS TEÓRICO SOBRE LAS CBDC

Los traspasos de tipo de interés de la política monetaria hacia los intereses de préstamo ofrecidos por los bancos son muy ineficientes. La implementación de una CBDC puede tener un impacto en la forma en que se transmiten las tasas de interés. Según un estudio del Banco de Pagos Internacionales (BIS), titulado "Monedas digitales del banco central" por Benoît Cœuré y Dong He, se afirma que una CBDC podría disminuir la relación entre la política monetaria y las tasas de interés al ofrecer una conexión directa entre el banco central y el público. Esto podría debilitar la eficacia de la política monetaria en cuanto a su influencia en la actividad económica a través de las variaciones en las tasas de interés. Además, el estudio señala que la implementación de una CBDC también podría generar cambios en el comportamiento de los bancos comerciales y su capacidad de transmitir la política monetaria mediante las tasas de interés.

Otra cuestión importante se refiere al grado de comodidad que buscan los ciudadanos. En relación con las motivaciones mencionadas anteriormente, en el mercado actual, las personas buscan opciones más económicas, seguras y accesibles. Estos dos términos, tasas de interés y conveniencia, son recurrentes en la literatura y sirven como base para comprender los diferentes factores que pueden debilitar o fortalecer el entorno económico. Las características principales de estas monedas son la sustitución de cuentas bancarias, su capacidad de generar intereses y la relativa liquidez y seguridad que ofrecen en comparación con otros tipos de activos.

Pero la introducción de estas nuevas monedas digitales también conlleva inconvenientes. Ya que una CBDC que proporcionase muchos beneficios a sus poseedores, provocaría la migración de capital de otro tipo de activos hacia las CBDC pudiendo desestabilizar el sistema financiero.

These findings highlight the type of trade-offs faced by central banks. A digital euro, for instance, should not be 'too successful' as a form of investment, but 'successful enough' as a convenient payment instrument. In other words, the 'CBDC trilemma' – according to which objectives of payment efficiency, financial stability and price stability cannot all be achieved together – needs to be solved (Schilling et al. 2020). (Paneta et al. 2022)

Un techo en las tenencias individuales de CBDC podría ser de gran ayuda para evitar grandes salidas de depósitos. Pero esto también correría el riesgo de reducir su utilidad como medio de pago, al reducir su escala y alcance. Para abordar este problema, se podrían implementar soluciones que vinculen las cuentas de CBDC con las cuentas de dinero privado, lo que permitiría realizar grandes pagos.

Otra opción sería una remuneración escalonada que desalentaría las tenencias excesivas de CBDC haciéndolas menos atractivas por encima de cierto umbral. La investigación del BCE muestra que el Banco Central podría dirigir la cantidad de CBDC en circulación al establecer sus tasas de préstamo y depósito, así como las garantías. y requisitos de cantidad (Assenmacher Krogstrup, 2021).

Dicho esto, la mayoría de los temas se encuentran en la intersección de la política monetaria y la estabilidad financiera. Surgen muchas preguntas sobre la calibración entre ambos temas. Por ejemplo, ¿Cómo encontramos el equilibrio correcto de riesgos entre demasiada y muy poca aceptación de CBDC? ¿Cuáles son las implicaciones de las restricciones de cantidad y la remuneración escalonada para la aceptación de las CBDC? ¿Cuáles son los efectos del uso internacional de las CBDC? ¿Cómo interactúan las CBDC con la regulación bancaria existente y las herramientas de gestión de crisis?

Otro tema de investigación para tener en cuenta es la coexistencia de CBDC con monedas estables y criptoactivos. Puede darse el escenario en el que las CBDC no

resulten atractivas para el público general. Generando un escenario en el que el dinero de Banco Central pierda su posición de relevancia, cediendo esta misma a las actuales monedas estables y los criptoactivos, poniendo en jaque la estabilidad financiera.

## 4. PRIVACIDAD

In a 2012 article in The New York Times, Charles Duhigg recounts the story of the father who was angry because Target, a store chain, had sent his teenage daughter coupons for baby clothes and other items appropriate for pregnant women. It turns out that statisticians at Target had been working on an algorithm that used purchase histories to assign a probability of being pregnant to each customer. The algorithm was correct; to her father's surprise, the teenage girl was indeed pregnant. (Keister y Monnet, 2021)

Esa historia tuvo lugar en el año 2021, donde plataformas digitales como Amazon o Google no tenían la cantidad de datos que tienen ahora a su disponibilidad. Es tal la importancia que tiene la acumulación de datos en la actualidad que se ha convertido en una parte indispensable del negocio de estas grandes compañías. Utilizan los datos para construir una red de clientes, con la intención de atraer a futuros comerciantes a la plataforma. Esta actividad generará más datos, mejorando la efectividad de la plataforma, generando un bucle de actividades de red muy beneficioso para ellos. Aunque las técnicas hayan ido avanzando con el paso del tiempo, el objetivo es el mismo, atraer nuevos clientes y retenerlos a futuro.

Recientemente estas plataformas digitales han empezado a moverse hacia la oferta de servicios de pago, tenemos el ejemplo de apple pay o Google pay, ambas aplicaciones que permiten el pago desde su teléfono móvil. Además, la crisis del Covid-19 ha provocado una disminución del uso del efectivo que proporcionaba algo de anonimato a los clientes respecto a otros métodos de pago más intensivos en tecnología como el pago sin contacto (contactless) o las tarjetas de crédito. Estos dos últimos métodos de pago mencionados, a diferencia del efectivo dejan rastro, es decir información sobre el individuo. Las compañías proveedoras de estos servicios pueden asociar esa información con la situación financiera del individuo, patrones de gasto, etc. Permitiendo a las plataformas diseñar modelos cada vez más sofisticados, combinado estos datos con información demográfica o con datos de otras personas con características similares para inferir sobre las preferencias de los individuos y su disposición a pagar por los productos.

Esto no significa que no pueda resultar beneficioso para los consumidores, pero aparecen ciertas preocupaciones a futuro. Por ejemplo, debido al bucle anteriormente comentado la concentración de datos puede seguir creciendo, dando lugar a monopolios, poniendo en una situación ventajosa a estas compañías, pudiendo imponer precios más altos. Además, al tener tanta información cada vez más precisa sobre las preferencias y la disposición a pagar de los clientes, pueden lograr una discriminación de precios más efectiva ofreciendo diferentes productos y precios a diferentes individuos. También al tratarse de una plataforma que proporciona servicios de pago, puede actuar de forma negativa con la competencia que carezca de estos servicios, por ejemplo, mediante el cobro de tarifas, u ofreciendo descuentos en su plataforma en productos similares. Como clientes, las personas tenemos poco control sobre la información personal que hemos aceptado compartir. En términos generales los datos relacionados con el pago de bienes y servicios aumentan la ventaja de una plataforma que provee estos servicios y dificulta la entrada a la competencia.

## ANÁLISIS TEÓRICO SOBRE LAS CBDC

Otra preocupación menos obvia que la primera surge con los algoritmos que utilizan las plataformas a la hora de interactuar con los datos. Estos provocan externalidades que llevan a los consumidores a disminuir su inversión en privacidad. Los consumidores pueden limitar la información que proporcionan a las plataformas, por ejemplo, no utilizando siempre el mismo método de pago o siempre que sea posible, tratar de navegar de forma anónima. Con estas decisiones los consumidores pueden encontrar un balance entre comodidad y privacidad. Sin embargo, la información que un individuo decide revelar permite que las plataformas hagan inferencia sobre otras personas (Garratt y van Oordt, 2019). Generalmente las personas no tendemos a valorar el costo de la información que revelamos sobre otras personas, por lo tanto, desde un punto de vista social tenderás a infravalorar la protección de tu privacidad. Contribuyendo una vez más a exacerbar el problema del monopolio de datos.

Poniendo en conjunto estas preocupaciones, surge la pregunta de si podrían las instituciones públicas asumir un rol más importante en todo lo relacionado al tráfico de datos personales acumulados en el curso de actividades económicas. Una regulación más concreta y bien dirigida puede ser capaz de resolver algunas ineficiencias del sistema. Sin embargo, esto supondría todo un desafío dado el tiempo requerido para adoptar y actualizar la regulación. Un enfoque alternativo es proporcionar a los consumidores herramientas para gestionar su privacidad. Es decir, en vez de evitar que las empresas usen datos, ver formas de poder ayudar a los clientes a como poder controlar de manera más efectiva el uso de sus datos por parte de las plataformas.

Una manera en la que el sector público podría ayudar a equilibrar la balanza de poder entre clientes y plataformas digitales es poner a disposición de las personas una versión electrónica del dinero en efectivo, es decir, una CBDC. Lo que permitiría a los consumidores hacer transacciones sin revelar la identidad al vendedor, similar al efectivo, pero en un formato más moderno y conveniente para la época en la que nos encontramos.

La introducción de una CBDC podría cambiar tanto el flujo de información como el equilibrio de poder entre los agentes participantes de varias maneras. Primero, para algunos tipos de transacciones con un importe de baja cuantía, pagar con CBDC permitiría que un cliente permaneciera anónimo de cara a otro usuario. Si el otro usuario, normalmente un vendedor quiere más información que la necesaria, tendría que compensar de alguna manera a los clientes por proporcionar esa información. Por otro lado, una CBDC también permitiría la aplicación de políticas monetarias más directas y efectivas a los usuarios. Por ejemplo, se podría aplicar una tasa de interés que dependiendo de los intereses de los Bancos Centrales fuese negativa en caso de querer incentivar el gasto, o positiva para lograr lo contrario.

While a CBDC may be designed to provide privacy for many individual transactions, the central bank would still gain real-time information about the overall patterns of use and flows of the digital currency. Even relatively coarse information of this type could allow a central bank to better monitor the state of the economy in real time. This new information could lead to improved monetary policy decisions and quicker responses to changing economic and financial conditions, especially in periods of financial stress. (Keister y Monnet, 2021)

Bien es cierto que, aunque una CBDC permitiría a los consumidores una mayor privacidad de cara a minoristas e instituciones financieras, esa información quedaría almacenada en los Bancos Centrales. Esto ha provocado el aumento de la preocupación entre observadores, los cuales exponen que la acumulación de información por parte de los Bancos Centrales podría suponer un aumento de la vigilancia de los gobiernos sobre los individuos. Plantean la opción de que las transacciones con cantidades relativamente pequeñas no sean monitoreadas y que

solo sean las transacciones grandes a las que se le aplique la normativa contra el blanqueo de capitales. Aparte del anterior argumento, no se percibe un motivo claro por el que el sector público podría beneficiarse de los datos de pago de los consumidores en la forma que lo hacen las plataformas digitales privadas.

## 5. CONCLUSIÓN

Este trabajo inicia con una presentación breve de los aspectos básicos del dinero, incluyendo su definición y los atributos esenciales. También se explica la razón por la que ha evolucionado a diferentes formas a lo largo de la historia. El propósito de incluir una sección de esas características es enfatizar en el que bajo mi punto de vista es el tema central: ¿Pueden las CBDC llegar a ser una buena forma de dinero?

En la actualidad, el concepto de CBDC es muy amplio y engloba muchas posibilidades, como la tecnología a utilizar, el tipo de diseño, los modelos de propiedad, etc. Por lo tanto, por el momento, el término solo indica que se trata de monedas digitales emitidas por un Banco Central. Aunque bancos centrales como el Sveriges Riksbank (Banco de Suecia) ha hecho público en sus informes que la e-krona (corona digital) estará basada en tecnología DLT, esto no significa que el resto de bancos centrales adopten el mismo formato.

Los motivos que alegan los bancos centrales para emitir una CBDC son diversos: Digitalización, centralización de los datos, inclusión financiera, etc. Pero hay dos que destacan sobre el resto. El primero es el estallido de las criptomonedas. Las CBDC son la respuesta de los bancos centrales a la aparición de criptomonedas libres como Bitcoin o Ethereum, las cuales no dependen de un organismo central. Esta aparición supone una amenaza para el poder económico y financiero de los bancos centrales, poseedores del monopolio de la emisión de dinero.

El segundo es la entrada de las grandes tecnológicas a los sistemas de pagos. Esto podría incrementar el riesgo de dominación del mercado y la dependencia en tecnologías de pago extranjeras con consecuencias para la autonomía de la estrategia del Banco Central.

Payments are a public good that is simply too important to be left to the market only. Second force of play. In the absence of a public anchor the emergence of new kinds of digital assets could harbour instability and confusion among citizens about what is money and what is not money. Take the example well known of cryptoassets, held or used by 16% of Americans and 10% of Europeans in 21. The unbacked variants such as Bitcoin or Ether are too volatile to act as a means of payment. And while stablecoins are designed to be less volatile and therefore more suitable for payments, they are vulnerable to runs and often not backed at all." (Lagarde,2022)

Se tratan de unas declaraciones de Christine Lagarde, presidente del Banco Central Europeo de diciembre de 2022. De esta manera trató de justificar la necesidad de un euro digital.

A lo largo de este trabajo hemos analizado las características que se le presuponen a una CBDC, los modelos principales que se están investigando, tecnología a utilizar e incluso el modelo de posesión. Dependiendo de las elecciones que se hagan en cada una de estas categorías se llegará a un resultado final diferente. Se trata de una decisión crucial, ya que como se ha mencionado previamente, una CBDC poco

## ANÁLISIS TEÓRICO SOBRE LAS CBDC

atractiva, puede causar una respuesta negativa del público general, situándose en una posición desfavorable frente a otras CBDC o monedas de emisión privada.

En una consulta pública realizada por el Banco Central Europeo, el 43% calificó la privacidad como el aspecto más importante del euro digital, por delante de otras características. Hoy en día, el efectivo es el dinero que proporciona un mayor grado de anonimato a los usuarios, puesto que es difícil seguirle el rastro. Si una CBDC quiere ser atractiva para el público general debe de ofrecer un nivel de anonimato similar al efectivo. En el caso de que el nivel de anonimato ofrecido sea inferior, es probable que cause rechazo en parte de la población.

Un debate interesante que se plantea es si las CBDC deben de ser resistentes a la censura o no.

Nonetheless, it is important to bear in mind that the use of cryptocurrencies is not entirely driven by efficiency considerations. Censorship of payments has been a major driver of cryptocurrencies. Although censorship resistance would be frowned upon under democratic and accountable governments, such a property would still be useful for citizens living under less democratic and less accountable governments. Under those regimes, censorship resistance property of cryptocurrencies can empower citizens by providing a global uncensorable digital store of value and medium of exchange, which is independent of the whims of the unaccountable political actors. (Nabilou, 2019)

La implementación de una CBDC puede ser muy ventajosa desde una perspectiva monetaria. Debido a las propiedades de los modelos examinados previamente, es probable que se mejore la eficiencia en la implementación de políticas monetarias, permitiendo una mayor conexión entre reguladores y usuarios. Se tendría una economía más digitalizada, proporcionando a los bancos centrales más datos y medidas más precisas para realizar análisis más exhaustivos.

Desde mi perspectiva, y como ciudadano europeo soy pesimista sobre el futuro del euro digital. En la reciente conferencia de prensa de diciembre de 2022, Christine Lagarde afirmó que una anonimidad similar al efectivo no entraba en sus planes para el euro digital. Mi creencia es que, debido a sus cualidades, el efectivo es la mejor forma de dinero accesible para el público general en la actualidad y abandonarlo sería una equivocación por parte de la población.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

Alonso, S.L.N., Jorge-Vazquez, J. and Forradellas, R.F.R. (2020) 'Detection of financial inclusion vulnerable rural areas through an access to cash index: Solutions based on the pharmacy network and a CBDC. Evidence based on Ávila (Spain)', *Sustainability (Switzerland)*, 12(18). Available at: <https://doi.org/10.3390/SU12187480>.

Assenmacher, K. *et al.* (no date) *Monetary Policy with Negative Interest Rates: De-linking Cash from Digital Money* \*.

Auer, R. *et al.* (2022) 'Central Bank Digital Currencies: Motives, Economic Implications, and the Research Frontier', *Annual Review of Economics*. Annual Reviews Inc., pp. 697–721. Available at: <https://doi.org/10.1146/annurev-economics-051420-020324>.

Bech, M. et al. (2020) *The technology of retail central bank digital currency 1 We thank, BIS Quarterly Review.*

*Central bank digital currencies: foundational principles and core features Executive paper Background* (2020).

Committee, M. (2018) *Committee on Payments and Market Infrastructures Markets Committee Central bank digital currencies.* Available at: [www.bis.org](http://www.bis.org).

Garratt, R., Yu, J. and Zhu, H. (2022) *The case for convenience: how CBDC design choices impact monetary policy pass-through.* Available at: [www.bis.org](http://www.bis.org).

Garratt, R.J. and van Oordt, M.R.C. (2019) *Privacy as a Public Good: A Case for Electronic Cash.* Available at: [www.bank-banque-canada.ca](http://www.bank-banque-canada.ca).

González, C.I. and Núñez, S. (no date) *Markets, financial institutions and central banks in the face of climate change: challenges and opportunities. Documentos Ocasionales N.º 2126.*

Kahn, C.M., Rivadeneyra, F. and Wong, T.-N. (2018) *Should the Central Bank Issue E-money?* Available at: [www.bank-banque-canada.ca](http://www.bank-banque-canada.ca).

Keister, T. and Monnet, C. (no date) *CHAPTER 2 Information, privacy and central bank digital currency.*

Luis, J. and Ugarte, R. (no date) *Tecnología de registros distribuidos (DLT): una introducción. Artículos Analíticos. Boletín Económico 4/2018.*

Menger, K. (1892) *On the Origin of Money, Source: The Economic Journal.*

Nabilou, H. (no date) *Central Bank Digital Currencies: Preliminary Legal Observations .*

N. Böhme, R. Beck, and B. Moore. (2016) *Bitcoin: Economics, technology, and governance.*

G. Fanti and A. F. Rocha. (2020) *A review of CBDC research: Progress and challenges J. Digit. Banking, vol. 1, no. 1, pp. 1–20, 2020, doi: 10.1007/s40820-020-00121-1.*

T. E. Gandal (2015). *The economics of digital currencies*, in Handbook of Digital Currency, D. Evans and M. S. Rosic, Eds. Elsevier, 2015, pp. 3–20.

V. Lee (2020) *The evolution of money and the future of CBDCs,*

B. Kshetri, (2020). *Blockchain-based digital currencies and central bank digital currencies (CBDCs): Comparing apples and oranges.*

X. Li, Y. Wang, and S. Ma (2020) *Central bank digital currencies and their implications for monetary policy and financial stability.*

S. H. Kim and J. C. Kim (2021) *The impact of CBDC on banking industry.*

A. Böhme, R. Brito, and A. Narayanan (2015). *Bitcoin: A primer for policymakers.* Mercatus Res., George Mason University, 2015, [Online]. Available: <https://www.mercatus.org/publications/bitcoin-primer-policymakers>.

## ANÁLISIS TEÓRICO SOBRE LAS CBDC

Federal Reserve (2022) Federal Reserve. Available at: <https://www.federalreserve.gov/econres/notes/feds-notes/security-considerations-for-a-central-bank-digital-currency-20220203.html> [Consulted 28-01-2023].

Paneta et al. (2022) Centre for Economic Policy Research. Available at: <https://cepr.org/voxeu/columns/monetary-policy-and-financial-stability-implications-central-bank-digital-currencies> [Consulted 28-01-2023]

Krolus Tv (7 noviembre 2022). *Euro digital, Lagarde "Bruselas pronto tendrá una propuesta" traducción en español | Krolus* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=hO9fSV9f2bY&t=456s>