

IEAF | FEF

INSTITUTO ESPAÑOL DE  
ANALISTAS FINANCIEROS

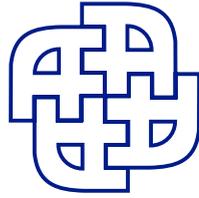
FUNDACIÓN DE  
ESTUDIOS FINANCIEROS

# DeFi: ILUSIONES, REALIDADES Y DESAFÍOS



PAPELES DE LA FUNDACIÓN

N.º62



**IEAF | FEF**

INSTITUTO ESPAÑOL DE  
ANALISTAS FINANCIEROS

FUNDACIÓN DE  
ESTUDIOS FINANCIEROS

# **DeFi: ILUSIONES, REALIDADES Y DESAFÍOS**

*Director*

**Carlos Contreras**

**PAPELES DE LA FUNDACIÓN**

**N.º 62**

ISBN: 978-84-09-40772-9

Depósito legal: M-17850-2022

Edita: Fundación de Estudios Financieros

Imprime: Reimpventa S.L.

<b>Presentación</b>	<b>5</b>
<b>Lista de términos</b>	<b>7</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>9</b>
<b>2. ¿Qué es DeFi?</b>	<b>15</b>
<b>3. ¿Cómo funciona DeFi?</b>	<b>19</b>
<b>4. ¿Por qué DeFi?</b>	<b>27</b>
<b>5. ¿Cuáles son las funciones financieras potencialmente afectadas por DeFi?</b>	<b>35</b>
5.1. Sistemas de pago	36
5.2. Financiación de particulares y depósitos no bancarios	38
5.3. Negociación de activos, mercados de capitales y <i>corporate finance</i>	43
5.4. Banca corporativa	49
5.5. Gestión de activos ( <i>asset management</i> )	50
5.6. Financiación de capital riesgo y capital privado	52
5.7. Custodia e intercambio de valores	56
5.8. Aseguramiento de riesgos	58
5.9. Nuevos negocios relacionados	59
<b>6. ¿Quiénes van a estar afectados?</b>	<b>61</b>

<b>7. ¿Cuál es el alcance del fenómeno DeFi?</b>	<b>65</b>
<b>8. ¿Es realmente blockchain una tecnología de futuro?</b>	<b>71</b>
8.1. Rendimiento y escalabilidad	72
8.2. Límites de la descentralización	73
8.3. Trazabilidad y transparencia	74
8.4. Seguridad e integridad de los datos	75
8.5. Aspecto de ESG en DeFi	78
<b>9. ¿Cuáles son los riesgos de los desarrollos DeFi?</b>	<b>81</b>
<b>10. ¿Cuáles son los retos del regulador ante DeFi?</b>	<b>89</b>
<b>11. Conclusiones</b>	<b>103</b>
<b>Referencias</b>	<b>107</b>
<b>Papeles de la Fundación</b>	<b>121</b>
<b>Entidades Patrono de la Fundación</b>	<b>125</b>

## PRESENTACIÓN

La digitalización es un fenómeno que incide en todos los ámbitos de nuestra vida, es un hecho indiscutible y es precisamente en el ámbito financiero donde está recibiendo un mayor impulso que en otros ámbitos de la economía. Por el momento, la digitalización está más desarrollada en los medios de pago y en los mercados financieros y puede suponer notables beneficios para la sociedad al mejorar la eficiencia, reducir los costes y permitir un mejor acceso a los servicios financieros y, todo ello, en un entorno seguro.

Dentro de la digitalización, la tecnología criptográfica se está configurando como una fuerza transformadora de nuestra sociedad en los próximos años. Todavía existen muchas incertidumbres sobre el éxito que finalmente alcanzará esta tecnología, pero mientras eso sucede es necesario entenderla bien ahora para evitar que se convierta en algo fuera de control más adelante.

Esta tecnología asegura reducir los costes de las transacciones en un entorno más inclusivo, abierto, transparente, y seguro y ello ha dado paso a una serie de actividades descentralizadas en las que no serían estrictamente necesarios los intermediarios financieros conocidos hasta ahora. Estas iniciativas han crecido rápidamente en los últimos meses, pero todavía se desconocen sus implicaciones sociales e institucionales.

Por este motivo, la Fundación de Estudios Financieros y el Instituto Español de Analistas Financieros, hemos creído conveniente publicar este informe que pretende ser un documento divulgativo que nos permita:

- Entender la terminología y el conjunto de conceptos que se han acuñado en torno a las finanzas descentralizadas (DeFi).
- Conocer los conceptos básicos de la tecnología que soportan las finanzas descentralizadas.
- Reflexionar sobre el desafío que representa para la industria financiera y para los reguladores y supervisores de los mercados financieros.

Con este documento como punto de partida, es intención del IEAF-FEF organizar una serie de foros de debate en el que contaremos con los principales expertos en esta materia para tratar de dar algo más de conocimiento y relieve a estas iniciativas de forma que sean aportaciones eficaces que contribuyan a mejorar el sistema financiero y a la sociedad en su conjunto.

Quiero agradecer a Carlos Contreras, autor del estudio que presentamos *DeFi: ilusiones, realidades y desafíos*, por el excelente trabajo que ha realizado y por su dedicación, esfuerzo y apoyo a esta iniciativa del IEAF-FEF.

Confiamos en que este estudio aporte sus reflexiones y conclusiones al debate sobre el desarrollo de la innovación financiera en un entorno controlado y seguro.

**Jorge Yzaguirre**  
*Presidente IEAF-FEF*

## LISTA DE TÉRMINOS

- Aggregation layer (capa de agregación)
- Airdropped tokens
- Application layer (capa de aplicaciones)
- Application programming interface (APIs)
- Asset layer (capa de activos)
- Ataque Sybil
- Automated market making (AMM)
- Base-layers settlement platforms
- Block
- Blockchain
- Bridge token
- Bridge protocol
- Cold wallet
- Criptoarte
- Crypto-asset service provider (CASP)
- Decentralized applications (DApps)
- Decentralized autonomous organizations (DAOs)
- Decentralized exchanges (DEXs)
- Decentralized synthetic
- DeFi (finanzas descentralizadas)
- Delegación de crédito (CD)
- Digital wallet
- Distributed ledger technology (DLT)
- Fintech
- Flash loans
- Forking
- Gas (coste transaccional)
- Hardware wallet
- Hash (función de control)
- Hot wallet
- Initial coin offering (ICOs)
- Initial DeFi Offering (IDO)
- Internet of Value (IOV)
- Keepers

- Liquidity mining
- Liquidity provider token (LPT)
- Markets in Crypto-assets (MiCA)
- Masternode
- Mecanismo de consenso descentralizado
- Mempool
- MEV (miner extractable value)
- Money legos
- Nodos
- Non-fungible tokens (NFTs).
- Oracle
- Paper wallet
- Peer-to-peer networks (P2P)
- Private key
- Proof of Existence (PoE)
- Proof of work (PoW)
- Proof of Stake (PoS)
- Protocolo de consenso
- Protocol layer (capa de protocolo)
- Ricardian contract
- Smart contract
- Tokens
- Tokens de gobernanza
- Tokens nativos
- Trustless public ledger (TPL)
- Security tokens
- Settlement layer
- Sharding
- Software wallet
- Stablecoins
- Staking
- Virtual asset service provider (VASP)
- Wrapped token
- White Paper
- Yield farming

# 1. INTRODUCCIÓN

La tecnología ha sido el principal motor de transformación en la oferta de productos y servicios por parte de la industria financiera en las últimas décadas, y la digitalización ha contribuido a acelerar esta tendencia. Los dos últimos capítulos en este proceso son los desarrollos de Fintech y DeFi. DeFi es el acrónimo que se viene utilizando para denominar el fenómeno de las *finanzas descentralizadas* que se ha desarrollado esencialmente desde 2017. Esta denominación hace referencia al enfoque diferencial en cuanto a su forma de organización y a su operativa respecto de las finanzas centralizadas (CeFi) o tradicionales (TradFi). El 12 de abril de 2022, al *googlear* este **término** se obtenían casi 120 millones de resultados y el mismo día la web DeFiPulse referenciaba ya 132 plataformas diferentes de negocio DeFi<sup>1</sup>. El término da nombre a una tendencia que se apoya, como en su día ocurrió con la digitalización e Internet, en la aplicación de una nueva tecnología. Nos encontramos al borde de una nueva revolución digital por la adopción masiva de programas de inteligencia artificial (*industrialisation of AI*<sup>2</sup>) y el desarrollo de Internet de las Cosas. Pero, además, Internet está iniciando una fase de mayor descentralización, y ello como consecuencia de avances espectaculares en los campos de las redes informáticas descentralizadas y

---

<sup>1</sup> Entre estas plataformas, también conocidas como protocolos, las 20 primeras en términos de valor o *total value locked* (TVL) eran en aquel momento Maker, Aave, Curve Finance, Convex Finance, Uniswap, Compound, InstaDApp, yearn.finance, Balancer, Bancor, Liquidity, Sushiswap, dYdX, Rari Capital, Alpha Honora, Flexa, Tornado Cash, Quickswap, Defi Saver y RenVM.

<sup>2</sup> En la terminología de Zhang *et al.* (2022).

la criptografía<sup>3</sup>. Este fenómeno, que ha venido a denominarse **Web3** o también *Internet of Value (IOV)*, tiene su origen en la aparición de una nueva tecnología conocida como **blockchain**<sup>4</sup> o cadena de bloques<sup>5</sup>. Esta tecnología pertenece al conjunto más genérico de *distributed ledger technology (DLT)* y surge de una combinación de tecnologías pre-existentes entre las que se incluyen las redes entre pares (*peer-to-peer networks*); los algoritmos criptográficos, los sistemas de almacenamiento distribuidos de datos y los *mecanismos de consenso descentralizados*<sup>6</sup>.

Además, la irrupción del Metaverso contribuirá a construir un universo alternativo que introducirá Internet en un entorno tridimensional por el uso de dispositivos de realidad virtual y aumentada. En esta nueva realidad virtual se crean nuevos negocios, se intercambian *tokens* no fungibles (NFT), se paga con criptoactivos y emergen los *tokens sociales*. Se ha afirmado que DeFi puede convertirse en el ecosistema financiero del Metaverso. Y por otra parte, los bancos tradicionales están comenzando a descubrir su papel financiero en el Metaverso en el mundo DeFi<sup>7</sup>.

No parece que el fenómeno DeFi sea un mito si observamos la magnitud financiera de las transacciones calificadas bajo esta etiqueta que se realizan cada día, su tasa de crecimiento, así como el número de desarrolladores que trabajan en la construcción de la Web3 y del mundo cripto<sup>8</sup>. Sin embargo, todavía está por ver que DeFi vaya a ser una auténtica revolución. Por una parte, la realidad del denominado *trustless online world* parece aplazada ya que la descentralización completa resulta, de momento, una ilusión<sup>9</sup>: alguna forma de centralización en la gobernanza de este nuevo universo financiero parece hoy inevitable. Además, en contra de lo prometido, los desarrollos que soportan DeFi no son completamente inmunes a los riesgos tecnológicos sobre la integridad de los datos. Las vulnerabilidades a las que se enfrentan los sistemas DeFi no son, de hecho, muy distintas de

---

<sup>3</sup> Véase Wright y De Filippi (2015).

<sup>4</sup> La tecnología blockchain fue inventada en un libro blanco en 2008 por Satoshi Nakamoto, un alias, y se implementó por primera vez en 2009 para dar soporte a Bitcoin.

<sup>5</sup> Actualmente la red de blockchain más utilizada en el universo DeFi es Ethereum, pero como consecuencia de la congestión en esta plataforma algunos protocolos están migrando a otras redes de blockchain como Binance Smart Chain, Solana, Polygon o Avalanche.

<sup>6</sup> Véase Wright y De Filippi (2015).

<sup>7</sup> Véase Lee (2022).

<sup>8</sup> Se estima entre 5.000 y 18.000 desarrolladores. Véase Water (2022).

<sup>9</sup> Véase Aramonte *et al.* (2021).

aquellas que se aprecian en el universo CeFi. Por otra parte, la expansión de DeFi exige una labor regulatoria formidable, tiene que resolver cuestiones relativas a ESG y su éxito puede verse condicionado por el hecho de que el fenómeno de la inflación implica un retroceso de las condiciones financieras que han impulsado su expansión (en particular el entorno de tipos de interés nulos). En este contexto, el escenario más probable es que DeFi continúe su evolución, se produzca una mayor interconexión con los jugadores actuales del mundo CeFi y la tecnología blockchain contribuya de forma notable a la transformación del sistema financiero. En este sentido, es previsible que DeFi no se construya como un universo financiero aislado, sino que permita entornos más abiertos de desarrollo de productos y servicios, que los instrumentos sean más flexibles y que se produzca una aceleración de la innovación financiera.

El impacto de este nuevo entorno tecnológico puede contemplarse, por una parte, desde un enfoque económico en relación con su efecto sobre la productividad total de los factores. En este sentido, para algunos analistas blockchain debe ser considerada una *tecnología de propósito general*<sup>10</sup> y, en consecuencia, con un impacto económico de gran calado. Alternativamente, pueden analizarse los efectos del uso de la tecnología DLT en la gobernanza institucional, ya que ésta parece tener el potencial de cambiar de forma fundamental cómo operan determinadas instituciones en la sociedad. Resulta de particular interés el impacto de la aplicación de estas tecnologías en el ámbito de las finanzas, que es lo que nos ocupa en este trabajo.

El fenómeno DeFi va más allá del espacio de las criptomonedas, aunque los desarrollos vinculados a éstas han acaparado buena parte de la atención inicial de inversores, reguladores y medios de comunicación<sup>11</sup>. Y, además, una parte sustancial de los desarrollos DeFi de momento operan sobre la base de criptos. También se ha señalado que el problema es que toda esta sofisticada ingeniería financiera no tiene todavía una economía “real” a la que dar servicio y que, en su lugar, sustenta un casino incorpóreo: la mayoría de los que usan DeFi lo hacen para facilitar o apalancar sus apuestas en uno de los muchos *tokens* especulativos<sup>12</sup>.

Los cryptoactivos son, en la actualidad, la punta de un iceberg que crece

---

<sup>10</sup> Véase Davidson *et al.* (2016).

<sup>11</sup> No en vano, desde la publicación del Libro Blanco de Blockchain de Bitcoin en 2010, los mercados han sido testigos de la creación de más de cinco mil criptomonedas diferentes.

<sup>12</sup> Véase Fulwood (2021).

cada día. Podría decirse que el genio DeFi ha salido de la botella, de forma que sus efectos son ahora difíciles de frenar y, cabe esperar que se expandan en toda la industria financiera en los años venideros.

Esta tecnología promete reducir los costes de las transacciones, generar confianza distribuida y potenciar plataformas descentralizadas, así como ser la base de nuevos modelos de negocio y del surgimiento de servicios financieros más accesibles y sin fronteras. El fenómeno DeFi se ha asociado a la posibilidad de lograr un universo financiero más inclusivo, abierto y transparente, más eficiente, más flexible y que permite un proceso de innovación más rápido y profundo. Sin embargo, aunque el impacto DeFi está todavía lejos de haber alcanzado el núcleo de la industria financiera, están comenzando a evidenciarse ya algunas amenazas reales y potenciales riesgos para el sistema. Por otra parte, a pesar de la emergencia de este fenómeno, y de la abundante literatura que se está acumulando recientemente sobre el tema, todavía se conoce relativamente poco sobre su significado económico potencial, sus implicaciones legales y sus consecuencias institucionales.

Este trabajo pretende introducir de forma divulgativa el fenómeno DeFi. Así, uno de sus objetivos es romper la barrera de entrada que, para entender de este desarrollo, representa la terminología y el conjunto de conceptos que se han acuñado en torno al mismo. En segundo lugar, dado que el alcance del artículo es necesariamente limitado en comparación con la realidad que pueden llegar a representar los desarrollos DeFi, el trabajo pretende plantear algunas cuestiones para un debate futuro más profundo. El análisis de las *finanzas descentralizadas* es necesariamente poliédrico, ya que requiere del conocimiento de conceptos propios del mundo de las finanzas, pero también incorpora un importante componente tecnológico. Además, el rediseño de las finanzas en un entorno descentralizado representa un desafío importante para los reguladores y para los supervisores de los mercados financieros, lo que implica también un componente normativo e institucional.

El trabajo se centra en aspectos diferentes al de las criptomonedas, y aborda la cuestión de cómo la tecnología DLT puede transformar las actividades básicas del mundo financiero, incluyendo los mercados primarios de deuda y de capital, la negociación e intercambio de activos, la actividad de creación de mercados, la custodia de valores, los sistemas de pagos, la generación de derivados y de activos sintéticos de titulización, las coberturas

de riesgo, la gestión de activos, la instrumentalización de la financiación al emprendimiento, etc. Como resultado de los desarrollos DeFi, numerosos agentes financieros, incluyendo bancos comerciales, bancos de inversión, bolsas de comercio, cámaras de compensación, *brokers/dealers*, compañías de seguros, gestores de carteras o asesores financieros podrían ver cómo su terreno de juego tradicional es alterado. En el trabajo no se ofrece un panorama del universo empresarial DeFi, pero cabe recordar que son ya cientos las compañías que están trabajando en este ámbito tecnológico y financiero y creando un nuevo espacio de *finanzas descentralizadas*.



## 2. ¿QUÉ ES DeFi?

DeFi no es un término jurídico ni técnico, pero en el ámbito de los negocios se está utilizando en los debates sobre la futura evolución de las finanzas y su regulación, en relación con las aplicaciones de las tecnologías DLT. El término DeFi se ha asociado a una forma experimental de práctica financiera que se aleja de la dependencia de los intermediarios financieros centralizados, y pretende *desintermediar* la actividad mediante el uso de una arquitectura tecnológica sustitutiva<sup>13</sup>. DeFi se ha definido también como un sistema de instrumentos financieros que funciona entre pares<sup>14</sup>. Tecnólogos y profesionales procedentes de las finanzas tradicionales están colaborando para construir un nuevo *marketplace* de *finanzas descentralizadas* que opera en paralelo<sup>15</sup>.

Las tres características básicas que diferencian DeFi de las finanzas tradicionales son<sup>16</sup>:

- a) Autogobierno y orientación a la comunidad. La participación de los usuarios en los protocolos DeFi y la influencia en su gobierno es superior en este ámbito que en el mundo tradicional. Además, en los desarrollos de finanzas descentralizadas la importancia del tamaño de la red de inversores/usuarios en el valor económico de los proyectos es también superior.

---

<sup>13</sup> Véase Chohan (2021).

<sup>14</sup> Véase Jonh (2019).

<sup>15</sup> Véase Euromoney (2021a).

<sup>16</sup> Véase OECD (2022).

- b) Componibilidad. La componibilidad es una propiedad de un sistema por la que sus componentes pueden ser fácilmente conectados. La naturaleza de código abierto de los desarrollos DeFi permite a todo el mundo tener acceso al código de las aplicaciones y utilizarlo para crear nuevas aplicaciones. Esto permite la construcción más rápida de una arquitectura sobre la que desarrollar productos y servicios.
- c) Sin-custodia. En DeFi, las aplicaciones están construidas para que los participantes tengan el control de sus activos digitales a través de *llaves privadas*, sin que sea necesaria una organización central.

Cabe afirmar que DeFi es parte del movimiento *Fintech* cuando se aplica tecnología DLT. Desde la perspectiva técnica, el núcleo del desarrollo DeFi implica una *virtualización del hardware*, que permite la creación y puesta en marcha de una arquitectura orientada a los servicios. Esto es, el *software como servicio*. Esta posibilidad se basa en tres patrones evolutivos de la tecnología: la ley de Moore<sup>17</sup>, la ley de Kryder<sup>18</sup> y la mayor disponibilidad de ancho de banda. Esto permite que el software se aloje, se actualice y se ejecute en servidores descentralizados, en lugar de en cada estación de trabajo. Así, sólo algunos datos necesitan ser procesados localmente. DeFi es uno de los motores, junto con los fenómenos de *FinTech*, *RegTech* y el avance de la aplicación de *machine learning* del proceso de transformación de las finanzas mundiales. Por eso, se han resumido las cuatro tecnologías que están detrás de estos tres movimientos con el acrónimo ABCD, bajo dos alternativas diferentes: Artificial Intelligence, **B**lockchain, **C**loud y **D**ata, o bien Artificial Intelligence, **B**ig data, **C**loud y **D**LT<sup>19</sup>.

En particular, el **término** DeFi se refiere generalmente a un conjunto de protocolos abiertos, cuyo acceso puede no requerir permisos, que son altamente interoperables, están construidos sobre plataformas públicas de *smart contracts* (*contratos inteligentes*)<sup>20</sup>, y está sustentado por tecnología **blo-**

---

<sup>17</sup> Se conoce como Ley de Moore el pronóstico que realizó en 1965 Gordon Moore, fundador de la compañía Intel, en el sentido de que la capacidad de procesamiento de datos aumentaría exponencialmente, de forma que cada dos años se duplicaría el número de transistores que pueden fijarse por pulgada cuadrada en los circuitos integrados, al tiempo que se reduciría el coste.

<sup>18</sup> La Ley Kryder predica un incremento exponencial de la capacidad de almacenamiento de datos.

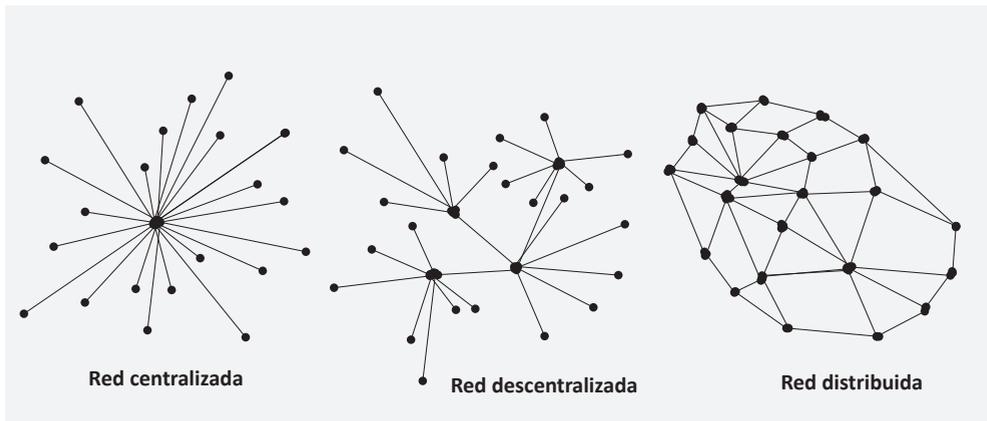
<sup>19</sup> Véase Zetsche *et al.* (2020).

<sup>20</sup> Concepto acuñado por Szabo (1997).

**kchain**<sup>21</sup>. Se ha descrito blockchain como una base de datos distribuida, compartida y encriptada que sirve como depósito público irreversible e incorruptible de información y que permite, por primera vez, que personas no relacionadas entre sí alcancen un consenso sobre la ocurrencia de una determinada transacción o evento, sin necesidad de una autoridad de control<sup>22</sup>. En un sentido similar, se afirma que la tecnología DLT o de libro mayor descentralizado permite crear “listas” en línea, no mantenidas por nadie y disponibles para todos, y que se mantienen mediante un **protocolo de consenso**<sup>23</sup>.

Los orígenes de una red distribuida se remontan al objetivo de construcción de una red de comunicación que pudiera sobrevivir a un ataque, de forma que si uno de sus nodos se viera comprometido, los restantes pudieran seguir comunicándose<sup>24</sup>. Véase gráfico 1.

**Gráfico 1 Tipos de redes de comunicación**



*Fuente: Baran (1964).*

El término “descentralizado” se utiliza básicamente en dos sentidos<sup>25</sup>. En primer lugar, para indicar que funciona bajo una red de ordenadores

<sup>21</sup> Véase Buterin (2013).

<sup>22</sup> Véase Wright y De Philippi (2015).

<sup>23</sup> Véase Fairfield (2014).

<sup>24</sup> Gráficamente este concepto fue expuesto por Baran en 1964.

<sup>25</sup> Véase Walch (2019).

(*nodos*) que componen una cadena de bloques sin permisos, ya que estos sistemas operan a través de conexiones entre ordenadores, en lugar de en un servidor central. El registro generado por el sistema se almacena en muchos ordenadores de la red, en lugar de en uno solo, de modo que un fallo en uno de ellos no signifique un fallo de muchos o de todos. Este tipo de almacenamiento “descentralizado” del registro apoya la afirmación sobre su resistencia, ya que es probable que persista mientras que al menos uno de los ordenadores siga conservándolo. Entre los factores que influyen en la resiliencia real de la red destaca la distribución geográfica de los *nodos*. La vulnerabilidad depende de las inclemencias del tiempo, los desastres naturales y similares, que están vinculados a la localización geográfica. También influye la propiedad común de los mismos que impide que una parte puede ser propietaria de suficientes nodos para apagarlos todos a la vez.

La segunda forma en que se utiliza comúnmente el término “descentralizado” es para describir la inexistencia de una entidad central que mantenga y sea responsable del registro. Este concepto se refiere a la *difusión de poder*. En palabras de Melanie Swan, la posibilidad de que “la autoridad flote libremente”.

En propiedad, cabe distinguir entre el concepto de descentralización y el hecho de que el sistema sea o no distribuido. Así, pueden existir sistemas distribuidos como los que utilizan en la actualidad los intermediarios financieros, que operan con un modelo de gobierno jerárquico y centralizado que limita el acceso a aquellos participantes que están autorizados. Los *distributed ledgers* suelen caracterizarse por la ausencia o la minimización en la administración centralizada y del almacenamiento de datos centralizado. Por lo tanto, los sistemas distribuidos lo son en el sentido de que la autorización para el registro de una determinada información es el resultado de la interacción de múltiples participantes a través del software. Así, la esencia de DeFi es la prestación descentralizada de servicios financieros a través de una combinación de infraestructura, mercados, tecnología, métodos y aplicaciones, en la que pueden operar múltiples participantes, intermediarios y usuarios finales repartidos en múltiples jurisdicciones, con interacciones que hace posible la tecnología DLT<sup>26</sup>.

---

<sup>26</sup> Zetsche *et al.* (2020).

### 3. ¿CÓMO FUNCIONA DeFi?

El fenómeno DeFi implica la creación de nuevas arquitecturas operativas en la industria financiera, mediante el uso de tecnología DLT. Con independencia de su origen o de su tamaño, una característica clave de la tecnología blockchain es su naturaleza descentralizada en relación con los participantes en una red específica. La información se almacena en muchos ordenadores distribuidos por todo el mundo, y no hay ninguna persona, entidad o gobierno específico que posea o controle la información, lo que permite transacciones de confianza sin depender de una autoridad central. En un entorno descentralizado, todos los participantes tienen acceso a la misma información y los usuarios pueden elegir si la comparten o no. La información ya no tiene que ser agregada y almacenada en bases de datos centrales, ya que se almacena en todas partes a la vez y, si se desea, bajo el control directo del usuario en lugar de la empresa que ofrece el servicio. Las redes blockchain adoptan diversas formas. Por una parte, pueden ser públicas (si cualquiera puede unirse) o privadas (en las que una organización gobierna el acceso a la red), pueden estar creadas por un consorcio, y también hay blockchain *híbridas*, que combinan elementos de las redes públicas y de las privadas. En cuanto a la forma de acceso, a los participantes se les puede o no exigir un permiso o una invitación de entrada. Ser partícipe de una red de blockchain implica convertirse en un *nodo* autorizado, lo que permite acceder a los registros actuales y pasados y realizar actividades de *minería*, los complejos cálculos utilizados para verificar las transacciones y añadirlas al libro de contabilidad. Ningún registro o transacción válidos pueden ser modificados en la red, y cualquiera puede

verificar las transacciones, encontrar errores o proponer cambios porque el código fuente suele ser abierto<sup>27</sup>, lo cual es compatible con el mantenimiento del anonimato de los participantes. Las cadenas de bloques públicas utilizan sistemas de incentivación en apoyo de la red, basadas en la entrega de *tokens* a cambio de labor de *minería*, mientras que las cadenas de bloques privadas no suelen tener monedas o *tokens* porque están financiadas por empresas y socios, que gestionan esas cadenas de bloques en apoyo de sus negocios principales<sup>28</sup>.

Para la prestación de servicios financieros descentralizados se construyen nuevos interfaces. La arquitectura DeFi es abierta, programable y basada en componentes que pueden integrarse y está basada en código abierto y en *application programming interface (APIs)* de carácter público. Por ejemplo, la capa de aplicaciones puede incluir interfaces de gráficos (GUIs) accesibles desde websites y móviles. El ecosistema DeFi está apoyado en el concepto de *money legos*, que permite construir nuevos servicios gracias a la interoperabilidad de aplicaciones y contratos que operan como piezas superpuestas. En DeFi, los proyectos están diseñados no sólo para ser utilizados como un producto independiente, sino también para ser integrados fácilmente para crear nuevos productos, que puedan beneficiarse de la funcionalidad de las piezas originales. Para destacar este rasgo de interoperabilidad a la comunidad DeFi le gusta usar el término “lego” como una metáfora de la forma en la que pueden componerse los sistemas<sup>29</sup>. Aprovechando la existencia de bibliotecas de código abierto, los componentes de DeFi pueden utilizarse una y otra vez reconfigurados y apilados como si fueran bloques de construcción. Esta característica permite que el ecosistema se beneficie del progreso individual, lo que implica que las *finanzas descentralizadas* pueden crecer más rápidamente<sup>30</sup>. Ahora bien, si la rapidez con la que pueden construirse este tipo de arquitecturas es notable, la vulnerabilidad de un sistema en el que unas piezas dependen de otras es también manifiesta.

El soporte tecnológico básico de DeFi es blockchain, que sirve como medio para registrar, de forma segura y verificable, un estado particular de circunstancias acordadas en la red<sup>31</sup>. En definitiva, la tecnología cono-

---

<sup>27</sup> Véase Parizo (2021).

<sup>28</sup> Véase Darren Nelsen (2020).

<sup>29</sup> Véase Popescu (2020a).

<sup>30</sup> Véase Totle (2019).

<sup>31</sup> Véase Wright y De Filippi (2015).

cida como *trustless public ledger (TPL)* permite construir un libro de mayor que es público, en el sentido de que cualquiera puede descargarse una copia; que no exige una garantía, porque las reglas matemáticas subyacentes hacen que sea extraordinariamente difícil alterar unilateralmente la lista ante un consenso contrario; y que está desintermediado, porque ninguna entidad puede controlar o manipular la lista. La eliminación del *tercero de confianza* en la realización de servicios basados en la red es uno de los mayores sueños de la criptografía aplicada. En teoría eliminar el *tercero de confianza* debería evitar posibles errores del operador, así como reducir actividades maliciosas y comportamientos de colusión con otras partes<sup>32</sup>. Con blockchain es posible organizar una secuencia lineal de un conjunto de datos cifrados más pequeños llamados “bloques”, que contienen lotes de transacciones con marcas de tiempo. Cada bloque contiene una referencia a su bloque precedente y la respuesta a un complejo rompecabezas matemático sirve para validar las transacciones que contiene. Blockchain se comporta como un libro de contabilidad digital en el que las transacciones se registran de forma cronológica y pública. Esta tecnología permite almacenar más información utilizando menos hardware, gracias a la distribución de datos mediante el uso de DLT. En blockchain cada bloque representa una unidad estructural y funcional. Una cadena de bloques está formada por una serie de registros de transacciones de datos específicos, que pueden ser de naturaleza muy diversa. Cuando un bloque se completa no se puede actualizar con nuevos datos y se añade a la cadena, pero puede formarse un bloque nuevo. Los bloques se enlazan entre sí de forma similar a una cadena a través de los denominados *hash*. Un *hash* es como una huella dactilar de la información digital, que se implementa como una clave criptográfica pública. En este tipo de sistema, se utiliza una red P2P que sirve de estructura de enrutamiento para que los nodos utilicen tanto el *hash* distribuido como un mecanismo de consenso, que es un conjunto de procedimientos digitales diseñados para garantizar la precisión y consistencia de la información almacenada en los nodos participantes.

Las transacciones DeFi operan habitualmente sobre **base-layers settlement platforms**, lo que implica una arquitectura de varias capas, en la que cada una de ellas tiene un propósito distinto. Las capas se construyen apo-

---

<sup>32</sup> Véase Suga *et al.* (2020).

yándose unas en otras y crean una infraestructura abierta que permite que los agentes construyan, rehagan y utilicen los diferentes componentes. Por ejemplo, existe una capa de liquidación (*settlement layer*) que contiene la estructura de blockchain y su *activo de protocolo nativo* permite que la red almacene la información sobre la propiedad de forma segura. Además, garantiza que cualquier cambio de estado sea compatible con el conjunto de reglas establecidas. Por su parte, la capa de activos (*asset layer*) incluye todos los instrumentos que se emiten sobre la capa de liquidación. A su vez, la capa de protocolo (*protocol layer*) proporciona normas específicas según el tipo negocio de que se trate, pudiendo ser una actividad de préstamo, de derivados, de gestión de activos, una cámara de intercambios, un mercado de deuda privada, etc.

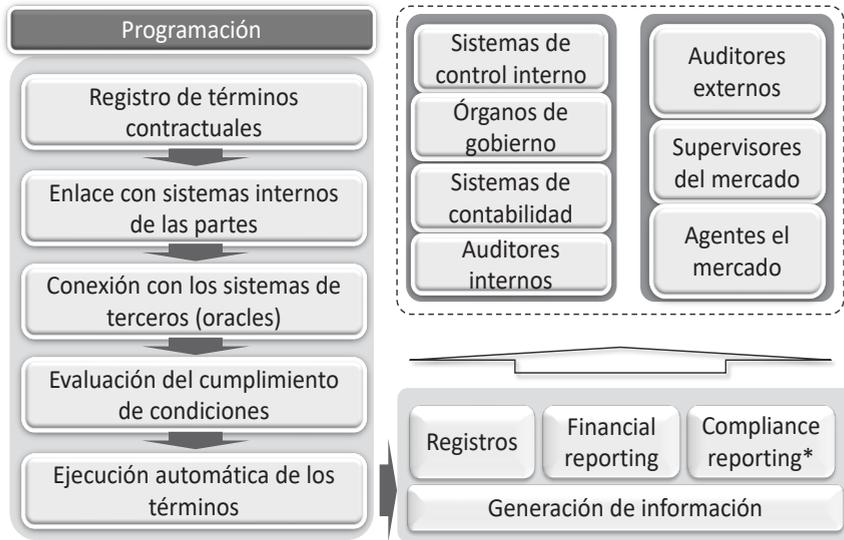
Estos estándares se implementan mediante un conjunto de *smart contracts*. Los *contratos inteligentes* son acuerdos programables capaces de ejecutarse automáticamente cuando se cumplen unas condiciones predefinidas<sup>33</sup>. También se han definido los *smart contracts* como secuencias de comandos que residen en la cadena de bloques que permiten la automatización de procesos multi-etapas<sup>34</sup>. Los contratos inteligentes pueden implementarse tanto en sistemas distribuidos como centralizados. Los *smart contracts* incorporan el conjunto de reglas que los participantes acuerdan colectivamente para gobernar la evolución de los “hechos” en el libro mayor distribuido. Se trata de programas informáticos que intentan garantizar que todas las transacciones cumplan con los acuerdos y que los registros gestionados por la DLT sean fidedignos con respecto a la existencia, el estado y la evolución de los contratos subyacentes. En definitiva, se trata de códigos de software basados en blockchain que ejecutan, controlan y documentan eventos y acciones de acuerdo con términos y reglas establecidos. En la actividad DeFi comienzan a utilizarse también **Ricardian contracts** o documentos digitales que fijan los términos y condiciones de una interacción entre las partes, que están firmados y verificados criptográficamente y se encuentran simultáneamente disponibles en texto legible para el ser humano y para la máquina. En las plataformas basadas en blockchain, estos contratos pueden ser fácilmente codificados, firmados y guardados en la cadena de bloques. Véase gráfico 2.

---

<sup>33</sup> Véase Bartoletti y Pompianu (2017) y Ramos y Zanko (2020).

<sup>34</sup> Véase Christidis y Devetsikiotis (2016).

**Gráfico 2. Funcionamiento de los *smart contracts***



\* Incluye Know Your Customer (KYC) and Anti-Money Laundering (AML)

Fuente: elaboración propia.

Continuando con la descripción del sistema de capas, la de aplicaciones (*application layer*) incluye un software que facilita el uso de los protocolos y que se basa en tecnología de web para proporcionar el acceso del usuario. En algunos casos puede existir, además, una capa de agregación (*aggregation layer*) que permite crear plataformas para que el usuario pueda conectarse a diversas aplicaciones y protocolos simultáneamente y puede obtener información relevante bajo distintos formatos<sup>35</sup>. Véase gráfico 3.

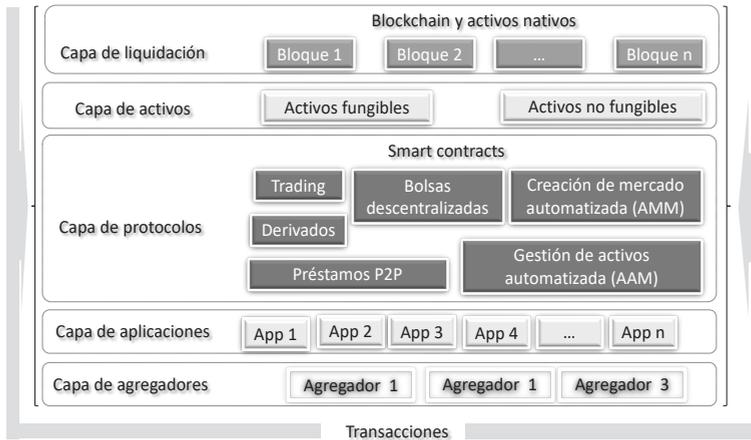
A diferencia de los servicios bancarios tradicionales, en una plataforma tecnológica basada en blockchain, los usuarios interactúan directamente con la aplicación, y son independientes del proveedor de servicios que actuaría como intermediario en las finanzas tradicionales<sup>36</sup>. La razón por la que las cadenas de bloques son posibles es la existencia de un *protocolo de consenso*, o un conjunto de reglas que determinan qué tipos de bloques pueden formar parte de la cadena y convertirse en la “verdad”. Estos *proto-*

<sup>35</sup> Véase Schär (2021).

<sup>36</sup> Véase Jensen *et al.* (2021).

colos de consenso están diseñados para ser resistentes, hasta un cierto límite, a comportamientos de manipulación maliciosa.

**Grafico 3. Estructura básica de una plataforma DeFi**



Fuente: Elaboración propia basado en Schär (2021) y Jensen et al. (2021).

La arquitectura descentralizada de DeFi gira en torno a las *decentralized applications (DApps)*. Estas aplicaciones descentralizadas están programadas para ejecutar funcionalidades financieras en el entorno blockchain. Las soluciones DApp permiten a los usuarios de DeFi realizar transacciones directamente. Dado que no hay una autoridad centralizada o responsable de la toma de decisiones, las operaciones descentralizadas de una empresa o proyecto DeFi necesitan ser gobernadas de alguna manera y son los *contratos inteligentes* los que ofrecen un cierto nivel de automatización, al tiempo que permiten un cierto nivel de revisión manual<sup>37</sup>. Estas pequeñas aplicaciones almacenadas en una cadena de bloques son ejecutadas en paralelo por un conjunto de validadores que puede ser muy amplio. Los *contratos inteligentes* tienen como ventaja el hecho de ofrecer un elevado nivel de seguridad, ya que se ejecutan según lo especificado y permiten a cualquiera verificar los cambios de estado resultantes de forma independiente. Desde esta perspectiva, son altamente transparentes (se puede observar la lógica interna de la aplicación) y minimizan el riesgo de manipulación e intervención arbitra-

<sup>37</sup> Véase Smith (2021).

ria. Al ser procesados por numerosos participantes en la red en paralelo, se garantiza la legitimidad de la ejecución.

Por otra parte, el desarrollo de plataformas DeFi exige la existencia de *decentralized autonomous organizations* (DAOs). No hay una definición de consenso sobre qué es una DAO y su estatus legal es incierto, pero puede describirse como una entidad nativa de Internet sin gestión central, que se rige por un conjunto de reglas automáticamente ejecutables en una cadena de bloques pública, y cuyo objetivo es tomar vida propia e incentivar a las personas para lograr una misión común compartida<sup>38</sup>. También se ha definido DAO como una entidad virtual que tiene un determinado conjunto de miembros o accionistas con derecho a gastar los fondos de la entidad y modificar su código<sup>39</sup>. Alternativamente, se ha afirmado que las DAO son organizaciones en las que los participantes mantienen el control directo en tiempo real de los fondos aportados y las reglas de gobernanza se formalizan, automatizan y se aplican mediante software<sup>40</sup>. Por otra parte, se sostiene que una DAO es una organización cuyo funcionamiento se basa en la ejecución a través de reglas codificadas como programas informáticos denominados contratos inteligentes<sup>41</sup>. Y, finalmente, se afirma que una DAO es un sistema basado en blockchain que permite a las personas coordinarse y gobernarse a sí mismas mediante un conjunto de reglas autoejecutables desplegadas en una blockchain pública, y cuya gobernanza es descentralizada (es decir, independiente de un control central)<sup>42</sup>.

En definitiva, las DAOs son entidades cuyas reglas están definidas en los *smart contracts* y controladas directamente por los accionistas de las plataformas, sin que la gestión sea jerárquica. En términos sencillos, puede afirmarse que las DAOs son organizaciones en las que se produce una interacción de sus miembros (humanos o máquinas) mediante una aplicación blockchain controlada por un conjunto de reglas incrustadas en su código fuente. Los miembros de una DAO cooperan de acuerdo con un protocolo de código abierto autoimpuesto. Así, una DAO tiene sus reglas de funcionamiento codificadas en *contratos inteligentes* que determinan quién puede ejecutar un

---

<sup>38</sup> Una definición proporcionada por Luis Cuende, co-fundador de la plataforma DAO Aragón, según se recoge en El Faqir *et al.* (2020).

<sup>39</sup> Véase Buterin (2013).

<sup>40</sup> Véase Jentzsch (2017).

<sup>41</sup> Véase Chohan (2017).

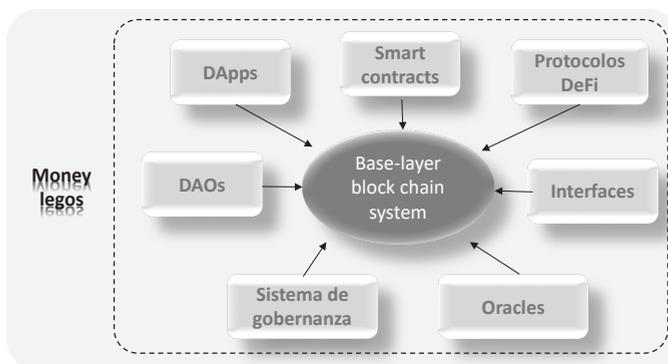
<sup>42</sup> Véase Hassan y de Filippi (2021).

determinado comportamiento o una actualización. Es común que una DAO tenga algún tipo de *token de gobernanza*, que proporciona a los propietarios algún porcentaje de voto. De esta forma, el sistema de gobernanza en DeFi está basado en software con capacidad de asignar competencias para modificar los *smart contracts*, así como para asignar los derechos de voto. Pero cabe indicar que en la etapa inicial de muchos proyectos DeFi el nivel de concentración de poder es muy elevado, y unos cuantos individuos concentran la capacidad de decisión. Habitualmente la forma organizativa inicial de un protocolo es una organización sin ánimo de lucro o una fundación, que posteriormente se disuelve para dar paso a una auténtica DAO descentralizada.

Por otra parte, el funcionamiento del entorno DeFi exige de un mecanismo seguro de *oracles*, o programas de computación que permiten importar datos externos al ámbito de blockchain. El principal obstáculo para el desarrollo de un sistema DeFi es la necesidad de engranar las instituciones tradicionales con la infraestructura de blockchain. Eso es lo que hacen los *oracles*, que operan como mecanismos para salvar la brecha entre el mundo fuera de la cadena y los contratos inteligentes dentro de la cadena<sup>43</sup>. En definitiva, los *oracles* permiten que los contratos inteligentes apliquen relaciones contractuales basadas en eventos y datos del mundo tradicional<sup>44</sup>.

En el gráfico 4 se ofrece el esquema general de una arquitectura DeFi.

**Gráfico 4. Esquema de la arquitectura DeFi**



Fuente: elaboración propia.

<sup>43</sup> Harwick y Caton (2019).

<sup>44</sup> Antonopoulos y Wood (2019).

## 4. ¿POR QUÉ DeFi?

Está comenzando a crearse un universo financiero paralelo, que de momento interfiere poco con el mundo de las finanzas tradicionales y que, según sus fundadores, tiene la capacidad de mejorar la operativa del sistema centralizado en términos de inclusión, eficiencia, interoperabilidad y transparencia. En el gráfico 5 se ofrecen las principales ventajas predicadas del mundo DeFi.

DeFi pretende mejorar el sistema financiero corrigiendo algunos problemas básicos que se atribuyen, en ocasiones, al universo de las finanzas tradicionales. Algunos de estos problemas se exponen en la tabla 1.

**Gráfico 5. Ventajas predicadas de DeFi en relación con CeFi**



*Fuente: elaboración propia.*

**Tabla 1: Algunos rasgos de las finanzas centralizadas**

Problemas	Ejemplos
<b>Control centralizado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los intermediarios controlan los precios de los productos y servicios y, aunque la posibilidad de cambio de entidad es posible, implica costes no despreciables de desenganche.</li> <li>• Existe competencia, pero también un elevado (y creciente) nivel de concentración en la oferta de servicios financieros.</li> </ul>
<b>Acceso limitado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El nivel de exclusión financiera respecto de una amplia gama de productos y servicios es elevado incluso en el caso de mercados con un alto nivel de <i>bancariación</i>.</li> <li>• En los mercados menos desarrollados el nivel de exclusión todavía es elevado, aunque el uso generalizado de <i>smart phones</i> y los desarrollos <i>Fintech</i> han contribuido a mitigar esta situación.</li> </ul>
<b>Ineficiencia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los altos precios de los productos y servicios no se traducen en altos márgenes operativos para los oferentes, como consecuencia de un fuerte nivel de costes de administración, a pesar el positivo impacto de la digitalización.</li> <li>• En términos de tiempo, los procesos de liquidación (cambio de propiedad) son todavía dilatados para un mundo interconectado a través de Internet.</li> <li>• Muchas micro-transacciones entre pares son difíciles de realizar.</li> </ul>
<b>Falta de interoperabilidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En las finanzas centralizadas las entidades suelen estar estructuralmente aisladas en cuanto a sus productos. Conceptos como los supermercados abiertos de fondos de inversión o los agregadores de información son la excepción más que la norma.</li> </ul>
<b>Opacidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La comparación de información sobre precio y calidad de los productos y servicios ofrecidos en las finanzas centralizadas en mercados segmentados es todavía costosa, incluso a pesar el impacto de la Red.</li> <li>• Resulta difícil para el consumidor conocer cómo se construye el precio en términos de riesgos implicados, costes de estructura operativa, costes tecnológicos, costes de marketing, etc.)</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

## CONTROL

En relación con el problema del control centralizado, los desarrollos DeFi pueden ofrecer ventajas, ya que cuando una red descentralizada entre pares alcanza el dominio, ninguna entidad puede acumular suficiente poder para monopolizarla y excluir a otros. Esta circunstancia permite que todos se beneficien de los *efectos de red* o *externalidad de red*<sup>45</sup> para ampliar las posibilidades transaccionales o de intercambio<sup>46</sup>.

Además, la cuestión del control puede también determinar el ritmo de las innovaciones. Al facilitar un acceso sin permiso, las plataformas DeFi permiten que los desarrolladores puedan evolucionar las *finanzas descentralizadas* de forma orgánica e inesperada<sup>47</sup>. En una plataforma descentralizada no existe una parte que controle el sistema y, al tener acceso abierto, los desarrolladores pueden crear y experimentar aplicaciones sin pedir permiso, acelerándose por ello la innovación<sup>48</sup>. La interoperabilidad propia de un entorno DeFi se traduce en un menor nivel de control centralizado, ya que la posibilidad de re-empaquetar activos y fraccionarlos permite crear nuevas formas de *activos conjuntos*, con criterios de agrupamiento que pueden ser estáticos o dinámicos, y que escapan al control de una única entidad. Una de las consecuencias de *DeFi* va a ser la acción conjunta de las tecnologías de relaciones descentralizadas con la *inteligencia artificial* y con *machine learning* para crear nuevos servicios financieros y nuevos activos. En general, la combinación de la tecnología blockchain con otras tecnologías digitales en el contexto de la aparición de nuevos fenómenos financieros puede acelerar los procesos de innovación financiera. Cabe recordar, en este sentido, que el proceso de innovación en las finanzas tradicionales ha estado en retroceso desde la crisis financiera que se inició en 2007, y que causó la Gran Recesión. En aquel contexto, los reguladores de todo el mundo reaccionaron estableciendo normas que, a la postre, frenaron el proceso de innovación en este ámbito.

---

<sup>45</sup> Véase Shapiro y Varian (1999) para una introducción al concepto de *externalidad de red*.

<sup>46</sup> Véase Huberman *et al.* (2019).

<sup>47</sup> Chen y Bellavitis (2020).

<sup>48</sup> Véase Cerf (2012) y Chesbrough y Alstyne (2015).

## ACCESIBILIDAD

Con relación a la cuestión del acceso, los principios de DeFi se basan en la creación de un ecosistema innovador de servicios financieros, accesible a todos sin excepción<sup>49</sup>. Se argumenta que DeFi hace posible una mayor “democratización” de las finanzas. Según la *criptocomunidad* de las *finanzas descentralizadas*, los desarrollos de los productos en este ámbito deben ser de código abierto y compatibles, para que puedan interactuar dentro del ecosistema desde un punto de vista tecnológico, permitiendo un mejor acceso. Los proyectos DeFi deben poder estar disponibles para todo el mundo que tenga acceso a Internet. Se afirma que la tecnología blockchain abre la puerta al desarrollo de una economía digital más democrática, abierta y escalable que la existente en el universo de las finanzas centralizadas<sup>50</sup>. En teoría DeFi mejora la inclusividad al hacer uso de redes en las que no son necesarios permisos de acceso, reduciéndose en consecuencia las barreras de entrada<sup>51</sup>. El emprendimiento en el universo de blockchain puede generar servicios financieros “semiformales” que permiten cubrir las necesidades financieras de personas actualmente sin cobertura<sup>52</sup>. En un entorno DeFi, el problema de acceso limitado debería mitigarse conforme las plataformas de *contratos inteligentes* avancen hacia implementaciones más escalables, de forma que la fricción con el usuario disminuya, permitiendo un amplio abanico de usuarios.

Además, en este entorno es frecuente que los usuarios de los protocolos puedan acceder a la propiedad de las plataformas, como consecuencia del sistema de recompensas basados en *tokens de gobernanza*, lo que es menos frecuente en las finanzas tradicionales. Por otra parte, mediante **Initial DeFi Offering (IDO)** los usuarios como emisores pueden fácilmente cotizar un proyecto propio en bolsas de DeFi, o bien como inversores tener acceso a proyectos nuevos inmediatamente después de que estos se listen en plataformas DeFi, lo que puede reducir el tiempo de acceso a nuevos proyectos para el gran público<sup>53</sup>.

Sin embargo, la accesibilidad sin permiso tiene dos caras. Por un lado,

---

<sup>49</sup> Véase Popescu (2020b) y Jonh (2020).

<sup>50</sup> Véase Osmani *et al.* (2020).

<sup>51</sup> Véase Ozcam (2021).

<sup>52</sup> Véase Larios-Hernández (2017).

<sup>53</sup> Véase Hervey (2021).

parte de la población con acceso limitado a los servicios financieros actualmente podrían empezar a utilizar estos servicios. Por otro lado, sin embargo, la reducción de la barrera de entrada también permitiría a actores maliciosos de un ecosistema financiero participar y utilizar estos servicios, particularmente si no es posible establecer controles para garantizar el cumplimiento de los requisitos de lucha contra el blanqueo de capitales (AML) y de conocimiento del cliente (KYC)<sup>54</sup>.

En otro orden de cosas, la mayor posibilidad de acceso que se predica respecto de los sistemas DeFi será realidad casi esencialmente para los nativos digitales. Dada la relevante brecha digital que existe entre grupos poblacionales, incluso actualmente, el avance de DeFi podría generar una nueva fuente de discriminación de acceso y *digital gap*.

## EFICIENCIA

Por lo que respecta a la eficiencia, existen factores que permiten mejoras en un entorno DeFi. La tecnología blockchain permite una reducción en los costes de monitorización y transaccionales<sup>55</sup>. Un ejemplo de ello es la existencia de **guardianes (*keepers*)**, que son participantes externos, directamente incentivados para proporcionar un determinado servicio a los protocolos DeFi. Los servicios que prestan los *keepers* están relacionados con la supervisión de las posiciones, para salvaguardar que están suficientemente garantizadas; o con la activación de actualizaciones de estado para diversas funciones del sistema. Las recompensas de los *keepers* suelen estar estructuradas en forma de subasta. La competencia pura y abierta proporciona valor a las plataformas DeFi al garantizar que los usuarios pagan el mejor precio de mercado por los servicios que necesitan. Otro concepto que también refleja como DeFi permite reducir el nivel de ineficiencia es la **bifurcación (*forking*)**. Un contexto del código abierto permite la copia y reutilización del código con actualizaciones o mejoras superpuestas. Este sistema ofrece una posibilidad cierta de crear competencia por lo que respecta a la construcción y uso de protocolos, y debería permitir que se lograra la mejor plataforma de *contratos inteligentes* posible<sup>56</sup>.

---

<sup>54</sup> Véase Meegan y Koens (2021).

<sup>55</sup> Véase Tan *et al.* (2020) y Dal Mas *et al.* (2020).

<sup>56</sup> Véase Harvey (2021).

Por otra parte, se afirma que DeFi tiene el potencial de mejorar la eficiencia en costes de la intermediación financiera al lograr un atajo en la cadena de la intermediación y, con ello, una reducción en los costes laborales y operativos<sup>57</sup>. Aunque la comparación de los costes y precios marginales en los mundos DeFi y CeFi resulta compleja porque operan en diferentes ecosistemas, las conclusiones de la investigación disponible no son unánimes. Por una parte, se confirma una mayor eficiencia en el universo DeFi<sup>58</sup>. Si bien esta mayor eficiencia, en forma de menores márgenes de intermediación puede ser el resultado de una sistémica infravaloración de los riesgos implicados en la operación en el mundo DeFi y también la consecuencia de que en DeFi los requisitos regulatorios exigen hoy en día un menor consumo de capital y gastos operativos<sup>59</sup>. Otra parte de la literatura ofrece evidencia de relativa eficiencia en los mercados de préstamo de cryptos<sup>60</sup>.

### *INTEROPERABILIDAD*

En relación con la falta de interoperabilidad que se predica en el caso de las finanzas centralizadas, las posibilidades de mejora que ofrecen las plataformas DeFi son sustanciales, como consecuencia de la facilidad de composición en un entorno de mecano o lego<sup>61</sup>. Así, una vez que se dispone de una infraestructura de base, mediante capas solapadas pueden crearse activos sintéticos, derivados sobre estos subyacentes, préstamos de estos activos, nuevas formas de garantías para cubrir riesgos en la actividad crediticia, etc. Esta circunstancia debería reflejarse, como ya se ha indicado, en una mayor creatividad en el entorno DeFi y un mejor ritmo en las innovaciones en productos y servicios.

Dado que DeFi se basa en *interfaces compartidas*, las aplicaciones pueden conectarse directamente a los activos de los demás, re-empaquetarlos y, además, subdividir las posiciones según sea necesario. Así, DeFi permite la *tokenización* de activos existentes y, como resultado, su fraccionamiento. A través de la *tokenización* existe el potencial de desbloquear activos tradi-

---

<sup>57</sup> Véase International Monetary Fund (2002).

<sup>58</sup> Véase Berger *et al.* (2009).

<sup>59</sup> Véase International Monetary Fund (2002).

<sup>60</sup> Véase Gudgeon *et al.* (2020).

<sup>61</sup> Véase Tote (2019).

cionalmente ilíquidos. Además, la posibilidad de interconectar diferentes bolsas de intercambio de activos descentralizadas permite acuerdos de precios que pueden resultar más ventajosos para los usuarios más activos y, además, evitar tener que fraccionar las garantías aportadas, ya que podrían compartirse en diferentes plataformas. También, desde esta perspectiva, se afirma que el rasgo de interoperabilidad que se atribuye a DeFi puede contribuir, a su vez, a una mayor inclusión en el terreno financiero. Sin embargo, en la práctica DeFi no es todavía hoy inmune a los problemas de interoperabilidad, y llevará algún tiempo superar el obstáculo de la conexión entre diferentes redes de blockchain<sup>62</sup>.

## TRANSPARENCIA

Por lo que respecta a la opacidad, que en cierto sentido todavía ocurre en las finanzas tradicionales a pesar del importante camino hacia la transparencia recorrido en las dos últimas décadas, DeFi puede contribuir a mejorar la situación dada la naturaleza abierta y contractual de los acuerdos. En el ámbito DeFi, según los principios de las comunidades de las *finanzas descentralizadas*, toda información debe ser confidencial a nivel de usuario, pero los datos deben ser transparentes a nivel de mercado<sup>63</sup>. El uso de *contratos inteligentes* permite que las partes tengan acceso puntual a las reglas de actuación. Desde esta perspectiva, se afirma que la arquitectura DeFi es conceptualmente más transparente que aquella en la que se apoya la estructura de las finanzas centralizadas, permitiendo que se genere “confianza distribuida”. Así, las partes realizan transacciones entre sí, sin relaciones preexistentes ni intermediarios de confianza. Esta circunstancia permite ampliar la escala y el alcance de las posibles transacciones<sup>64</sup>. En este sentido, mediante la expansión de DeFi podría lograrse una situación de mercados financieros menos estrechos y, por tanto, más eficientes.

---

<sup>62</sup> Véase Ozcan (2021).

<sup>63</sup> Véase Popescu (2020a).

<sup>64</sup> Véase Seidel (2018).

## GENERACIÓN DE ACTIVOS ANTI-INFLACIÓN

Finalmente, el desarrollo de proyectos DeFi se ha asociado con la posibilidad de cubrir el riesgo de procesos inflacionistas que se deriva de las políticas monetarias ultra-expansivas puestas de manifiesto inicialmente con la crisis financiera que comenzó en el año 2007, y que vino a denominarse la “gran desviación”, y que continuó en 2020 como consecuencia del impacto económico de la pandemia del Covid19. El temor a un proceso de desequilibrio de los precios ante la inyección de dinero, y materializada en la expansión de los balances de los bancos centrales ha propulsado la demanda de aquellos criptoactivos que, como bitcoin, tienen una oferta fija a largo plazo. Y al amparo de esta demanda han surgido productos y servicios en el ámbito DeFi. De forma que la adquisición de estos criptoactivos se ha considerado como una posible cobertura contra la inflación, y podrían complementar al oro como estrategia de inversión, al comportarse como *digital golden*. Teóricamente es así, pero en la práctica se ha evidenciado una elevada correlación entre estos activos y los instrumentos financieros, que desmiente la eficiencia de esta estrategia.

De hecho, las turbulencias en los mercados financieros asociadas al inicio del proceso de “normalización” de la política monetaria se han trasladado con fuerte intensidad al universo de las criptomonedas.

## 5. ¿CUÁLES SON LAS FUNCIONES FINANCIERAS POTENCIALMENTE AFECTADAS POR DeFi?

Se ha afirmado que las finanzas tradicionales se encuentran en una tormenta casi perfecta, ya que la mayor parte de las actividades básicas del negocio financiero pueden verse afectadas por el desarrollo de DeFi<sup>65</sup>. La capacidad de la tecnología DLT, de la criptografía y del uso de *smart contracts* puede permitir la implantación de procesos más eficientes, más ágiles en la liquidación, con menor concentración de riesgos y teóricamente más resistentes al fraude. (Véase gráfico 6). En consecuencia, una parte sustancial de la actividad financiera podría estar afectada por la generalización del uso de la tecnología DLT.

**Gráfico 6. Posibles impactos positivos derivados del uso de contratos inteligentes**



Fuente: elaboración propia.

<sup>65</sup> Véase Euromoney (2021b).

Hasta ahora, hay dos sectores en DeFi que han crecido con enorme velocidad. Uno de ellos es el universo de las criptomonedas<sup>66</sup>. En el terreno que nos ocupa en este trabajo, la evolución de los negocios con criptomonedas implica más un proceso de canibalización entre instrumentos financieros que una fuente de competencia para las entidades ubicadas en el terreno de finanzas tradicionales, ya que éstas pueden proporcionar la conexión con el universo cripto, como ya está ocurriendo. Por ejemplo, parte de los *brokers* y la banca privada ofrecen la posibilidad de invertir en cripto activos. Además, las compañías de medios de pago como los gestores de tarjetas de crédito ofrecen a los clientes acumular valor en criptos y pagar contra estos saldos utilizando sus tarjetas.

El gráfico 7 ofrece una relación de actividades susceptibles de ser impactadas por los desarrollos DeFi.

**Gráfico 7. Funciones financieras potencialmente afectadas por DeFi**



Fuente: elaboración propia.

## 5.1. SISTEMAS DE PAGO

La segunda actividad que está creciendo fuertemente en el ámbito DeFi son los sistemas de pago. Los medios de pago representan todavía para

<sup>66</sup> De acuerdo con CoinMarketCap, en agosto de 2021 la capitalización de mercado del conjunto de criptomonedas superaba los dos billones de dólares USA. Véase Euromoney (2021b).

los bancos una fuente rentable de ingresos, un ancla para otros servicios bancarios prestados y, además, una fuente relevante de conocimiento sobre el comportamiento de los clientes. El desarrollo de tecnologías como Internet de las Cosas (IoT) y el 5G representa una oportunidad para la mejora de los sistemas de pago. Y la tecnología DLT permite la oferta de nuevos servicios, deja obsoletos algunos de los actuales y, adicionalmente, genera un gran potencial para nuevos modelos de negocio<sup>67</sup>. La *tokenización* y el registro inmutable y consensuado en bases de datos distribuidas es una fuente de posibles mejoras de eficiencia respecto de procesos actuales más lentos y caros.

Estos desarrollos tienen lugar en un momento en el que el sector ya ha experimentado el impacto competitivo procedente de las compañías de telecomunicaciones, gracias a los *smartphones*, así como de las *Fintech*. Esta industria se encuentra, además, en el caso de Europa, en un estado de cambios normativos orientados a armonizar su funcionamiento, fomentar una mayor competencia y abrir el mercado a nuevos participantes<sup>68</sup>. En este contexto, los desarrollos basados en DLT están comenzando a afectar de forma relevante a los incumbentes del sistema tradicional, esto es, los operadores de infraestructuras de pago, como SWIFT, y los proveedores de transacciones de pago internacionales. Blockchain representa una posibilidad de evolución radical hacia un universo de transacciones directas entre las partes finales, sin contar con los intermediarios actuales, mediante un mecanismo de consenso que permite verificar las transacciones, y crear un registro descentralizado de todas las transacciones ya realizadas. Los incumbentes de esta industria están reaccionando, por la vía de desarrollar internamente o en colaboración con empresas de tecnología plataformas basadas en DLT, así como invirtiendo en empresas especializadas en aplicaciones de blockchain.

Por otra parte, también en el mundo de los sistemas de pago, las aplicaciones, los protocolos y las soluciones de pago DeFi aspiran a crear un ecosistema financiero abierto que cubra nuevas necesidades tanto de las instituciones como, particularmente, de la población no bancarizada. Los desarrollos blockchain en el ámbito de los pagos y micropagos, incluyendo

---

<sup>67</sup> Véase Holotiuk *et al.* (2017 y 2018).

<sup>68</sup> Destacan las iniciativas como la creación de la Zona Única de Pagos en Euros (SEPA), la Directiva revisada de servicios de pago (PSD2) y el reglamento sobre las tasas de intercambio (UE 2015/751).

remesas de migrantes son ejemplos de ello. Del mismo modo, los modelos DeFi están comenzando a aplicarse en los macropagos transfronterizos, que implica la movilización de fondos, entre dos o más países o territorios, asociada a actividades de comercio internacional e inversiones institucionales.

Como en otros ámbitos, la respuesta ante la penetración DeFi de los incumbentes puede ser múltiple. Por una parte, los bancos actuales pueden adoptar tecnologías DLT para mejorar la eficiencia de procesos como *know your customer* (KYC) y *anti-money laundering* (AML). Además, aprovechando su relación tradicional de confianza con los clientes pueden ofrecer servicios de custodia de las *llaves de acceso* de los clientes en el ámbito cripto y ofrecer servicios de protección contra ciberataques en este ámbito.

## 5.2. FINANCIACIÓN DE PARTICULARES Y DEPÓSITOS NO BANCARIOS

Los desarrollos Fintech, DeFi y la aplicación de la inteligencia artificial están contribuyendo a la resolución de ciertos problemas presentes en mercados hasta ahora relativamente ineficientes. Como resultado, estos desarrollos están comenzando también a impactar en otros ámbitos financieros del núcleo de la banca comercial, como es el caso los préstamos y los depósitos. El enfoque de garantías de las actividades de préstamo y depósito minorista que se ha adoptado en DeFi se parece más a aquel que corresponde con los mercados de capitales que al actualmente operativo en la banca comercial<sup>69</sup>.

Antes del comienzo del fenómeno DeFi, las plataformas de préstamos entre particulares (P2P), que surgieron esencialmente tras el estallido de la crisis financiera de 2008, vienen permitiendo a los particulares y a las pequeñas empresas solicitar y contratar préstamos, sin la intervención de instituciones financieras tradicionales. Tras varios años de crecimiento exponencial, este sector es ahora un proveedor relevante de crédito a los consumidores<sup>70</sup>, incluyendo préstamos del mercado hipotecario<sup>71</sup>. La principal

---

<sup>69</sup> Véase OECD (2022).

<sup>70</sup> Para un análisis sobre el papel complementario o sustitutivo de plataformas P2P respecto de los bancos en el mercado del crédito al consumo véase Tang (2019), Vallée y Zeng (2019) o De Roure *et al.* (2021).

<sup>71</sup> Véase Buchak *et al.* (2018), Schnabl *et al.* (2018) o Fuster *et al.* (2019), entre otros, para un análisis del mercado P2P en el caso del mercado con garantía hipotecaria.

innovación de los préstamos P2P es que pone en relación directa a prestatarios y prestamistas a través de las conocidas como *two-sided platforms*. En este entorno, los prestatarios solicitan pequeños préstamos (habitualmente sin garantía real) de forma online. Posteriormente múltiples potenciales inversores evalúan y en su caso atienden (*crowdfund*) estas solicitudes de préstamo. Además, se utilizan algoritmos totalmente automatizados para fijar el precio y para valorar y suscribir los préstamos, con el fin de reducir los costes de selección (*screening costs*)<sup>72</sup>. Por ejemplo, gracias a la *inteligencia artificial* se están generando sistemas alternativos de calificación crediticia (*credit scoring*)<sup>73</sup> algunos de los cuales utilizan información cualitativa no financiera y no estándar<sup>74</sup>. Por otra parte, los modelos teóricos recientes y la evidencia empírica sugieren que las interacciones sociales directas desempeñan un papel relevante en la toma de decisiones económicas<sup>75</sup> y, en este sentido, durante las dos últimas décadas, la emergencia de las redes sociales constituye una fuente de condicionamiento en las decisiones de inversión y de solicitudes de préstamo<sup>76</sup>.

En este contexto, la emergencia de la tecnología DLT está contribuyendo al proceso de transformación del mercado de crédito para particulares. Mediante los *protocolos de fondos prestables* o **PLF** pueden crearse mercados utilizando *contratos inteligentes* que facilitan las actividades de préstamo y empréstito. Los sistemas DeFi pueden estructurarse para que los participantes sean remunerados por depositar (*locking up*) criptoactivos que pueden ser utilizados por otros para ciertos propósitos (*trading* y creación de mercado, por ejemplo). En estos sistemas, los participantes pueden recibir otros tipos de criptoactivos por participar en esta actividad conocidos como *token* de provisión de liquidez (*liquidity provider tokens* o *LP tokens*) que le da derecho a percibir algún tipo de remuneración, en ocasiones **stablecoins**, que son activos digitales cuyo valor se vincula a una moneda fiduciaria o a una cesta de divisas, a otros activos reales (financieros o no financieros) o a uno o varios criptoactivos.

---

<sup>72</sup> Cuando las decisiones crediticias se toman de forma secuencial, y otros prestamistas pueden observar los préstamos de las plataformas P2P, las mejoras en la actividad de financiación al consumo pueden dar lugar a efectos desbordamientos (*spillover*) de información de los prestamistas P2P hacia los bancos. Para este tipo de análisis véase Bayluk (2019).

<sup>73</sup> Véase, por ejemplo, Agarwal *et al.* (2020) y Berg *et al.* (2020), entre otros.

<sup>74</sup> Véase Khwaja *et al.* (2013) o Iyer *et al.* (2015).

<sup>75</sup> Véase Shiller (2019) y Hirshleifer (2020).

<sup>76</sup> Véase Allen *et al.* (2018).

Una de las actividades que ha surgido es *yield farming* en el que los inversores obtienen rendimientos de forma pasiva transfiriendo *tokens* a una amplia gama de proyectos generadores de rendimientos, gobernados mediante *contratos inteligentes*. Un agregador de rendimientos (*yield farmer*) es un conjunto de *contratos inteligentes* (llamado *protocolo*) que agrupa individuos que invierten de forma mancomunada en una serie de productos o servicios que producen rendimientos. En otras palabras, es un gestor de fondos cuyas estrategias de inversión se programan y ejecutan automáticamente. En un *protocolo*, cada *pool de activos* puede emplear una o múltiples estrategias de inversión<sup>77</sup>. Durante la fase inicial de lanzamiento, además del beneficio habitual que obtienen los usuarios por proporcionar liquidez en diferentes tipos de pools pueden recibir *tokens de gobernanza* con ciertos derechos de voto<sup>78</sup>. Como los *governance tokens* proporcionan ventajas especiales y se espera que su valor relativo aumente, existe un incentivo para que los participantes intenten captar este tipo de activos inicialmente mediante el redépósito de los fondos prestados, comportamiento conocido como espiral de apalancamiento (*leveraging spiral*).

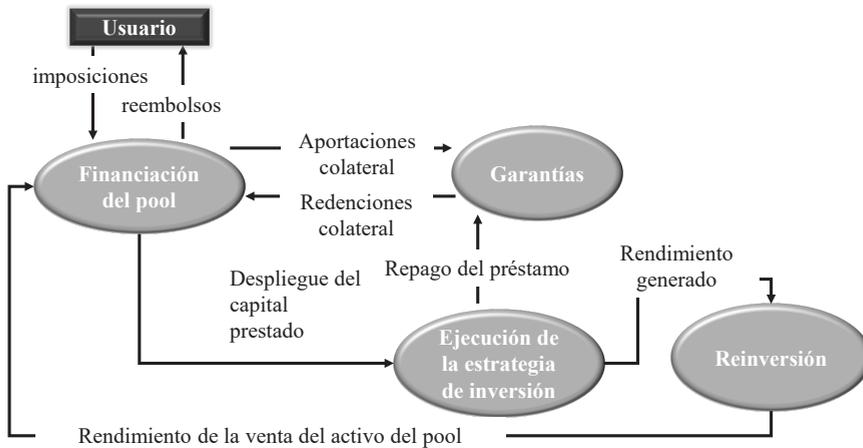
En numerosos protocolos las tasas de remuneración variable cambian en el tiempo, a veces incluso de manera intradía, y son establecidos por medio de algoritmos predeterminados diseñados con el objetivo de optimizar la *tasa de utilización* (préstamo), atraer nuevos depósitos y mitigar los riesgos de iliquidez. En ocasiones, quien determina las tasas de retorno es el equipo de proyecto del protocolo que cuenta con suficientes votos al disponer de los *tokens de gobernanza*. Estos protocolos permiten también pedir prestados criptoactivos del *lending pool* depositando como garantía otros criptoactivos o moneda corriente y pagando una tasa de interés. Como en el mundo CeFi, la aceptabilidad del colateral y el retorno exigido dependen del nivel de volatilidad y nivel de liquidez del activo utilizado, así como del valor de capitalización del protocolo. Y también en esta actividad de DeFi se establecen ratios de apalancamiento *loan-to-value* para reducir el riesgo de contrapartida. Normalmente se exige que los préstamos estén sobre-colateralizados, lo que implica que el nivel de la garantía supera el valor inicial del préstamo. Se establecen también niveles de reserva (*margin call*), ratios de liquidación y tasas de penalización (descuento sobre el valor de venta) en caso de necesidad de liquidación de la posición. Véase gráfico 8.

---

<sup>77</sup> Véase Cousaert (2021).

<sup>78</sup> Véase Perez *et al.* (2020) y Nadler y Schär (2020) en relación en las características de los *tokens de gobernanza*.

Gráfico 8. Mecanismo estilizado de *yield farming*



Fuente: elaboración propia basado en Cousaer et al. (2021).

Otra forma de inversión son los programas de minería de liquidez (*liquidity mining*) en la que los participantes son recompensados con *tokens nativos* que representan la propiedad del protocolo. Los *tokens nativos* a veces dan derecho a una parte de los ingresos del protocolo (*revenue sharing*).

La tecnología de blockchain está permitiendo reinventar actividades de *crowdlending*, que nacieron con la aparición de Internet y llevarlas a un nuevo nivel. DeFi incluye la generación de préstamos (*flash loans*), sin intermediación bancaria, con sistemas de fijación de los términos y condiciones, que pueden ser más complejos y personalizados, escapando de la estandarización tradicional. En los *flash loans* los participantes pueden pedir prestados criptoactivos de manera no colateralizada, ya que el préstamo y el repago se realizan dentro del mismo bloque de transacciones, como si fuera una única transacción. Como no implica riesgo de quiebra de la contrapartida, a los prestatarios no se les exige garantías, y las tasas de retorno son fijas y bajas. Este tipo de préstamo suelen estar vinculados a estrategias de arbitraje entre criptoactivos.

Los mercados de préstamos basados en la tecnología blockchain pueden reducir el riesgo de contraparte, hacer que los préstamos sean más baratos, más rápidos y estén disponibles para más personas<sup>79</sup>. En esta activi-

<sup>79</sup> Véase Binance Academy (2020).

dad, los prestatarios en estas plataformas pueden ser inversores minoristas o institucionales. Gradualmente van ganando peso en estas plataformas los *family office* y los gestores de patrimonios, ya que éstas intentan aprovechar economías de escala que ofrecen un mayor tamaño de la inversión<sup>80</sup>. Por su parte, los prestatarios son habitualmente pequeñas y medianas empresas, que pueden ser clientes del mercado bancario tradicional y encuentra un espacio alternativo donde fondear su actividad<sup>81</sup>, entidades comprometidas con el desarrollo del mercado DeFi o empresas con dificultad para acceder a financiación bancaria por diversos motivos.

Cabe distinguir tres modalidades de mercados de préstamos organizados bajo plataformas de blockchain: los mercados *over-the-counter* de préstamos bilaterales; los mercados basados en el precio (*quote-driven markets*) y los mercados basados en órdenes (*order-driven exchange*)<sup>82</sup>. Véase en el gráfico 9 una descripción de estas modalidades.

Fuera del ámbito de los criptoactivos, la tecnología de blockchain también se está aplicando a la actividad de la financiación al consumo a través de esquemas titulización respaldada por cuentas por a cobrar (ARBS)<sup>83</sup>.

**Gráfico 9. Tipos de mercados de préstamos DeFi**

Tipos de plataforma	Características
Mercados "over-the-counter (peer-to-peer)	Son los mercados de primera generación. Se basan en un modelo de préstamo puramente bilateral. Los prestatarios presentan una solicitud a la plataforma adjuntando información sobre el préstamo solicitado y su historial crediticio. La plataforma evalúa la solicitud y asigna una tasa de rentabilidad según su evaluación del riesgo. La solicitud puede o no ser aceptada por un inversor y en caso afirmativo el préstamo es bilateral. La plataforma no asume riesgo crediticio.
Mercados basados en precio (quote-driven markets)	Los prestatarios incluyen en su solicitud la tasa de rentabilidad a la que están dispuestos a pedir prestado. La plataforma no asume riesgo crediticio y realiza un filtrado de solicitudes según su evaluación crediticia. Los préstamos se fraccionan para que los prestamistas puedan diversificar sus inversiones y pueden adquirir un pool de varios préstamos.
Mercados basados en órdenes (order-driven exchange)	Las órdenes clasificadas según tasa de rentabilidad anual se compensan automáticamente a través de un libro de órdenes. Para hacer frente al riesgo de impago los prestatarios suelen tener que aportar una garantía suficiente antes de cursar una orden.

Fuente: elaboración propia basada en Xu y Vadgama (2021).

<sup>80</sup> Véase Ziegler *et al.* (2020).

<sup>81</sup> En cuyo caso se estaría produciendo canibalización.

<sup>82</sup> Xu y Vadgama (2021).

<sup>83</sup> Véase Wan *et al.* (2017).

Por otra parte, la aplicación de la tecnología blockchain permite instrumentar una actividad de *delegación de crédito (CD)*, lo que hace posible a los depositantes situar fondos y delegar el poder de préstamo (su crédito) a otros usuarios. La ejecución del préstamo y sus condiciones se acuerdan entre el depositante y los prestatarios, que pueden estar *fuera de la cadena*, mediante acuerdos legales o *dentro de la cadena* mediante *contratos inteligentes*. En DeFi, los *delegados del pool* gestionan liquidez de terceros a través de una infraestructura de gestión de activos descentralizada. Atraen capital y proporcionan financiación a una red de prestatarios (negociando las condiciones de los préstamos, realizando las diligencias y liquidando las garantías en caso de impago) a cambio de comisiones sobre rendimiento.

Otra actividad bajo el ámbito DeFi es el *staking*. Desde el punto de vista del cliente, el *staking* es similar a una cuenta de ahorro con intereses en un banco tradicional pero organizado bajo el ecosistema blockchain. En esta actividad se intenta mitigar el riesgo de contraparte mediante el uso de algún tipo de garantía con criptoactivos, actúa como garantía y que se libera cuando se cumplen los términos del contrato<sup>84</sup>. Este esquema introduce incentivos transparentes para que se cumplan los acuerdos en sus términos originales, ya que permite imponer penalizaciones tangibles a la parte que incumple.

### 5.3. BANCA DE INVERSIÓN

Son diversas las actividades en el ámbito de la banca de inversión potencialmente afectadas por la emergencia de DeFi. A continuación, se comentan los posibles efectos en algunas de ellas.

#### TRADING Y MARKET MAKING

La actividad de negociación (*trading*) y el proceso de descubrimiento y fijación de precios (*setting prices*) es una de las actividades que realizan las divisiones de *global markets* en los bancos de inversión. En el mundo CeFi, las plataformas de intercambio públicas y privadas permiten de forma centralizada en cada caso la recepción de órdenes y su caso de acuerdo con criterios de precio, cronología y, en ocasiones, de tamaño. Intermediarios como los creadores de mercado, los *dealers* y los *brokers* son los encargados

---

<sup>84</sup> El concepto se asimilaría a una *escrow account* automatizada.

de facilitar la liquidez. El conjunto de instrumentos financieros intercambiados es enorme. La custodia de los valores intercambiados está vinculada con las plataformas de negociación. En el contexto de las *finanzas descentralizadas* la actividad de *trading* actualmente se refiere tanto al ámbito de la fijación del precio relativo de unos criptoactivos frente a otros, como de estos frente a las divisas tradicionales. Cuando se produce la conversión entre criptoactivos y monedas oficiales en cualquiera de ambos sentidos se produce la interrelación entre los universos DeFi y CeFi.

Los mercados descentralizados (DEXs) permiten el intercambio entre usuarios de forma pseudo-anónima, sin necesidad de permisos y sin implicar la custodia de éstos. En los DEXs se produce una determinación algorítmica de precios de los activos en la actividad de trading, mediante la combinación de un sistema descentralizado, con la incorporación de *inteligencia artificial*, y el uso de información generada de forma colectiva (*wisdom of crowds*)<sup>85</sup>. En las plataformas DeFi los *bots* crean estrategias bursátiles de arbitraje y predicción en los que se negocia el resultado de los acontecimientos y cuyos precios del mercado indican la probabilidad de ocurrencia de eventos, según lo que piensa la multitud. En un sistema DeFi existen transacciones que están a la espera de procesamiento en mecanismo de consenso del blockchain, denominadas *mempool*. Esta circunstancia permite, por un lado, que los *traders* que negocian criptoactivos realicen estrategias de *front-running*, pagando niveles de comisiones (*gas fees*) superiores para lograr una priorización en la ejecución de las transacciones en un bloque. Los *gas fees* se establecen de forma endógena en el mercado y son el resultado, por un lado, del equilibrio de fuerzas entre la demanda de ejecución de transacciones y la oferta de poder de computación para confirmar las órdenes; y, por otra parte, del nivel de complejidad de la transacción (ya que algunas transacciones implican la ejecución de múltiples *smart contracts* y otras exigen la ejecución de un único *smart contract*).

Por otra parte, en el entorno DeFi se realizan estrategias de *back-running* que permiten la detección de órdenes de importes elevados con capacidad de alterar los precios y en este contexto, enviar órdenes que se incluyan de forma temprana en un bloque y antes de que los precios hayan sido actualizados. La medida de los rendimientos que los traders pueden obtener mediante estas estrategias se denomina **MEV** (*miner extractable value*).

---

<sup>85</sup> Véase, por ejemplo, Chemla y Tinn (2021).

Por lo que respecta a la actividad de creación de mercado, el entorno DeFi permite la creación automatizada de mercado o *automated market making (AMM)* en la que los *traders* operan contra un *pool de liquidez* que suministran los *market makers*, y no en un sistema de órdenes de contrapartidas sujetos a diferenciales de oferta y demanda (*bid/ask spreads*). Un creador de mercado automatizado es un tipo de protocolo DEX que se apoya en un algoritmo de valoración para determinar el precio de los activos. Es como si un robot estuviera permanentemente ofreciendo cotizaciones entre dos activos y alguien proporcionara una reserva de liquidez (*liquidity pool*) para que se casen las transacciones. Como los proveedores de liquidez (*liquidity providers*) asumen riesgos reciben a cambio comisiones (*gas fee*) en el caso de que las operaciones se crucen utilizando la reserva proporcionada.

Otros productos basados en software en el universo DeFi vinculados a actividades de trading son los *agregadores DEX*, diseñados para optimizar la liquidez y las oportunidades de retorno. Básicamente estos programas rastrean la situación de las órdenes en diversos protocolos y se ocupan en desagrupar las órdenes para facilitar su ejecución en distintos protocolos y de mejorar las condiciones de precio, comisión, así como el *timing*, evitando o procurando cambios en los términos de la negociación (*slippage*). Por encima de esta capa de recopilación de información, existen incluso “agregadores de agregadores” que rastrean un amplio conjunto de protocolos en la búsqueda del mejor *trade*, recomienda la utilización de la plataforma detectada en cada caso y cobra una comisión por ello.

En el mundo tradicional el uso de algoritmos ha sido una tendencia creciente llegando a convertir el mercado en un universo robotizado de negociación de alta frecuencia (*high-frequency trading* o HFT). Más recientemente, se ha incorporado también la utilización de tecnología de *machine learning* y de *big data* con información de las redes sociales. En todo caso, hay espacio para que algunas prácticas del nuevo mundo DeFi se incorporen en el ecosistema tradicional, pero al mismo tiempo las normas de mejor ejecución implantadas en el mercado CeFi tendrán que ser incorporadas como buenas prácticas en las finanzas descentralizadas.

## MERCADO DE CAPITALES DE DEUDA

La tecnología DLT da soporte al proceso de *tokenización* de la economía y, por tanto, a la posibilidad de una expansión de los mercados de capitales.

Un *token* es un registro o una referencia individualizada a la que se puede vincular cualquier tipo de derecho sobre un activo. La *tokenización* da un paso más allá de las anotaciones en cuenta de los valores.

Los operadores tradicionales del mercado de deuda (*debt capital markets*), incluyendo originadores, aseguradores y colocadores de bonos pueden ver afectada su actividad por el despliegue de la tecnología blockchain. Mediante desarrollos DeFi, los inversores particulares e institucionales pueden tener acceso a una amplia gama de oportunidades de inversión en deuda senior, en instrumentos híbridos y en créditos participativos emitidos por *startups* y por empresas en desarrollo. Además, pueden construir sus propios “vehículos” haciendo *cherry picking* de las inversiones, bien utilizando sus conocimientos o ayudándose de *asesores robotizados (bots)*. Aprovechando la tecnología es posible crear una combinación única y personalizada de inversiones en cuanto a niveles de concentración empresarial, modelos de negocio, tipo de sectores, tamaño corporativo, etc.

Pero, al mismo tiempo, los operadores tradicionales pueden aplicar blockchain para gestionar los procesos de creación de libros (*book-building*) en las salidas a bolsa y en la colocación de emisiones de bonos, haciendo la actividad de forma más eficiente. Las tareas administrativas pueden resultar menos costosas y más seguras utilizando tecnología DLT.

En abril de 2022 organizado por Future of Finance se celebró en Londres un seminario bajo del título “Blockchain en los mercados de bonos podría ser un virus troyano que mate a los incumbentes”. En el seminario se discutió la capacidad del mundo DeFi de desafiar la existencia de la red de instituciones que hoy controlan la ejecución del mercado de capitales de renta fija (depositarios centrales de valores, custodios, depositarios comunes, agentes de pago, bancos de inversión, bolsas, etc.) y que trabajan juntos para gestionar cada bono. Las conclusiones del seminario no fueron unánimes. Una cuestión que se destacó es que los mercados de bonos internacionales, (aquellos que otorgan un ISIN que son los que concentran la mayor parte del flujo de renta fija), formalmente tampoco tienen una autoridad central que les diga cuáles son las reglas del juego. Así, mientras que en los mercados nacionales el gobierno nacional/banco central/autoridad monetaria puede reunirse y decidir la creación de un CBDC (Central Bank Digital Currency) como hizo Francia o habilitar una regulación que autorice específicamente un nuevo tipo de emisión de valores como hizo Alema-

nia con la ley de valores electrónicos<sup>86</sup>, en los mercados internacionales no existe tal autoridad. Los mercados internacionales están formados por un mosaico de instituciones que se unen para crear el mercado que existe hoy en día, y cualquier cambio/evolución requiere que esas instituciones colaboren y se pongan de acuerdo. Es cierto que el mercado está muy regulado, ya que cada institución tiene que cumplir las normativas locales de todas las zonas en las que opera. Por ello, y porque cada institución necesita operar dentro de múltiples entornos normativos (para cada jurisdicción local en la que opera), la arquitectura del ecosistema del mercado internacional de bonos que ha surgido en las últimas seis décadas es increíblemente compleja. Mientras, algunos analistas consideran que los operadores tradicionales de los mercados de capitales están bajo riesgo, otros piensan que cualquier tecnología que surja para hacer el mercado más eficiente, lo hará dejando intactas las funciones de los actores principales. La tecnología les ayudará a operar de forma más eficiente, pero no los “desbaratará”. Desde esta perspectiva, para algunos expertos, incluso en presencia de un cambio tecnológico revolucionario, parece que la inercia de esas relaciones comerciales y de sistemas preexistentes es tan fuerte, que el cambio sería muy lento<sup>87</sup>. Con los documentos automatizados y el STP de los datos de las operaciones a través de las API, ya se puede lograr la liquidación en T+0. No se necesita un libro mayor distribuido para llegar a ese punto. Y si la DLT tiene ventajas, se espera que el grupo de instituciones hoy incumbentes decidan internamente y entre ellas cómo y cuándo implementar la DLT en su flujo de trabajo.

## *DERIVADOS*

Actualmente, la generación de derivados financieros en el mundo DeFi se centra esencialmente en instrumentos que replican y sintetizan el riesgo de criptoactivos. El valor de estos derivados está vinculado al acaecimiento de algún supuesto, normalmente asociado a la evolución del precio del cripto que actúa como activo subyacente. Como en el caso de los derivados del universo CeFi, en la ejecución de estos contratos derivados se exige algún nivel de colateral cuya magnitud depende de la volatilidad del crip-

---

<sup>86</sup> Germany’s Electronic Securities Act and Supervisory Technology in the DeFi Space.

<sup>87</sup> Véase Palaniappan (2022).

toactivo subyacente. Y, de igual forma pueden liquidarse por diferencias respecto del valor de ejecución (*strike price*), pagándose el retorno por diferencias y en el criptoactivo de referencia.

Las plataformas de blockchain no son necesariamente interoperables, y para utilizar *tokens* en protocolos alternativos se han tenido que crear protocolos de enlace (*cross-chain*) que permiten utilizar versiones sintéticas de *token* (*bridged tokens* o *wrapped tokens*) en otras plataformas. Esta es una de las fuentes principales de la existencia de derivados o sintéticos en el mundo DeFi.

Pero en el contexto Defi, pueden crearse nuevos instrumentos derivados en los que los activos subyacentes son más versátiles, los *strikes* más sofisticados, los sistemas de fijación de recompensas más flexibles, y los mecanismos de *margin call* y su colateralización más automatizados. Bajo plataformas blockchain se están creando activos sintéticos descentralizados (*decentralized synthetics*) que simulan otros instrumentos o productos financieros modificando algunas de sus características principales y permiten ofrecer flexibilidad, personalización y facilidad de uso para adaptarse a las necesidades de los inversores y clientes. Estos activos sintéticos descentralizados crean oportunidades de arbitraje con respecto a sus subyacentes y facilitan la creación de mercado. Las modalidades de instrumentos derivados descentralizados que están surgiendo incluyen swaps, futuros, forward, opciones, total return swaps (TRS), y *credit default swaps* (CDS).

## TITULIZACIÓN

Por una parte, la *tokenización* de activos constituye un enfoque legal alternativo a las técnicas de securitización. Cabe esperar que con la tecnología DLT muchos activos reales del mundo *brick & mortar* se *tokenicen* aumentando el universo posible de inversión. La *tokenización* implica, además, la posibilidad de una mayor democratización del mundo de la inversión. Y en cierto sentido es una continuación por la vía tecnológica de los desarrollos que en el siglo XX han puesto a disposición minorista activos destinados inicialmente al entorno mayorista. En concreto, la *tokenización* puede llevar a otro nivel las innovaciones financieras que supusieron los fondos de titulización, los fondos de inversión y los fondos de fondos. Y también representa una posibilidad de innovaciones en el mundo inmobiliario y del universo del arte, al permitir un fraccionamiento y mejorar las condiciones de liquidez.

Por otra parte, a través de las plataformas de blockchain pueden desarrollarse nuevos sistemas de *titulización de activos* y nuevas formas de *colateralización* y mejora crediticia (*credit enhancement*). De hecho, se está investigando si los problemas tradicionalmente asociados la actividad de *asset backed securitization* (ABS), como la asimetría de la información, la inexactitud de la calificación crediticia y la escasa liquidez de los productos puedan ser abordados mediante el uso de esquemas de financiación descentralizada<sup>88</sup>. Por su parte, la tecnología de blockchain también se está aplicando, junto con estructuras de titulización, a la financiación de facturas con proveedores, actividad conocida como *reverse factoring* o *supply chain finance* (SCF)<sup>89</sup>.

#### 5.4. BANCA CORPORATIVA

En el ámbito de la banca corporativa, DeFi permite la creación de nuevos tipos de productos de préstamo con tramos de crédito (*tranching*) en los que se comercializan activos financieros con diferentes características de rentabilidad/riesgo. La actividad de dotación de garantías en los préstamos bajo DeFi puede hacerse de forma flexible en cuanto a la combinación de *colaterales*, y permite que las condiciones contractuales cambien más fácilmente en el tiempo para una mejor adaptación y una optimización del proceso. La creación y el control de préstamos vinculados a diferentes condiciones financieras (*covenants*) e hitos, así como aquellos referenciados a distintos índices de crédito, índices bursátiles o a otro tipo de variables de mercado (como por ejemplo tasas de inflación) y también los préstamos con *opciones embebidas* pueden ser reinventada mediante el uso de *smart contracts*. Esto afectaría a las actividades de préstamos estructurados, préstamos apalancados (*leverage finance*) para la adquisición de compañías (*acquisition finance*) y a la financiación de activos (*asset finance*), así como a los instrumentos de financiación sin recurso como los *project finance*. Además, las tareas administrativas vinculadas a la sindicación de los préstamos y a la creación de *club-deals* pueden mejorarse mediante el uso de plataformas de blockchain.

Del mismo modo, DeFi permite la creación de mercados secundarios de préstamos, aprovechando la facilidad de intercambio descentralizado, lo que implica dotar de liquidez a este tipo de instrumentos.

---

<sup>88</sup> Véase Pan y Qiu (2020).

<sup>89</sup> Véase Dong *et al.* (2021).

El *trade finance* es otra de las actividades candidatas a ser reinventada en el ámbito DeFi, ya que una de las ventajas de la tecnología DLT es la facilidad para poner en comunicación a operadores diferentes y de aplicar *contratos inteligentes* que permiten bloquear y desbloquear activos para facilitar la entrega contra pago y la gestión de estos procesos.

## 5.5. GESTIÓN DE ACTIVOS Y ASESORAMIENTO

La actividad de asesoramiento y gestión de activos financieros tampoco va a resultar inmune a los desarrollos DeFi. En las *finanzas descentralizadas* esta actividad es muy similar a la que ocurre en el universo CeFi. Existen contratos de asesoramiento en los que los asesores recomiendan la elección de activos y su peso en cartera, así como estrategias de recomposición de cartera siguiendo criterios de *market timing*. También existen contratos de gestión discrecional en el que el gestor realiza los *trades* por cuenta de su cliente. Todo ello a cambio de comisiones que pueden ser una proporción fija del importe de los activos bajo gestión o pueden tener una parte fija y otra que sea función del éxito o el rendimiento obtenido por la cartera gestionada. La diferencia es que en el universo DeFi las relaciones se rigen bajo *smart contracts*.

En este contexto, el fenómeno de desarrollo de los criptoactivos puede ser visto como una fuente de canibalización de negocio, si se produce de forma completamente *desintermediada*. Los inversores pueden sustituir activos financieros tradicionales (deuda pública, bonos corporativos, acciones, acciones de compañías privadas y fondos de inversión y pensiones) por criptoactivos y productos sintéticos sobre criptoactivos y mantener éstos fuera del ecosistema de la banca privada y las instituciones de inversión colectiva. Pero, además, a diferencia de lo que ocurre con otras actividades DeFi, en que los servicios y productos desarrollados están vinculados de momento casi exclusivamente a criptoactivos, en el caso de la actividad de asesoramiento existen activos digitales (sintéticos y derivados) vinculados con activos financieros y reales del mundo tradicional. En consecuencia, el riesgo de canibalización aumenta.

Pero DeFi también puede ser contemplado como una oportunidad relevante para la generación y la oferta de nuevos productos en el ámbito CeFi de la gestión de activos si, finalmente, las entidades financieras tradicionales participan en el proceso de distribución de criptoactivos y

de productos relacionados con éstos. Este fenómeno implica la aparición de nuevos activos digitales hoy inexistentes para la industria financiera, incluyendo *stablecoins* y diferentes modalidades de *tokens*. Este fenómeno ha permitido a la industria de gestión de activos la oferta de nuevos servicios y productos vinculados a criptoactivos como, por ejemplo, los ETFs (*exchange trade funds*) de criptomonedas. Se trata de fondos cotizados o instrumentos de inversión híbridos entre los fondos y las acciones que, en este caso, están indicados a la cotización de un criptoactivo o un conjunto de éstos. También han surgido *contratos por diferencias*, más conocidos por sus siglas en inglés CFDs (*contracts for difference*) referenciados a una cesta de criptomonedas; así como y los *equity linked notes* (ELN) o deuda referenciada a índices cuyos subyacentes son criptoactivos. Finalmente, gracias a la posibilidad de proporcionar títulos de propiedad sobre activos criptográficos y de asegurar que éstos son únicos e irrepetible, ya que la tecnología blockchain permite certificar tanto la propiedad del activo, como su originalidad, están surgiendo nuevas oportunidades de negocio. Así, los *tokens no fungibles* (NFTs) eliminan las fronteras entre los activos financieros, los activos coleccionables y el mundo del *criptoarte*. El *criptoarte* es un movimiento artístico reciente en el que el artista produce obras, normalmente imágenes fijas o animadas, que son distribuidas a través de una galería digital, utilizando la tecnología blockchain. Estas obras son adquiridas esencialmente por coleccionistas<sup>90</sup>.

Además de complementar el catálogo de instrumentos de inversión colectiva, mediante la incorporación de fondos vinculados a criptoactivos, la industria de los fondos de inversión puede beneficiarse de desarrollos DeFi. Un rasgo del tratamiento fiscal de los UCITs es la posibilidad de evitar el *peaje fiscal* en la recomposición de las carteras de estos instrumentos. Esta ventaja se ha asociado, por un lado, a la conveniencia de evitar comportamientos ineficientes de *lock-in* o de cierre por motivos fiscales y, por otra parte, a la intención de las autoridades de fomentar la competencia entre gestoras en la industria. Esta posibilidad se ha traducido en la necesidad de ofrecer a los partícipes servicios de traspaso de fondos gestionados por gestoras diferentes, lo que ha implicado una fuerte inversión en sistemas. Pues bien, gracias a la tecnología DLT las gestoras pueden ahora ofrecer

---

<sup>90</sup> Véase Finucane (2018), Hong *et al.* (2019), Franceschet y Braidotti (2019) o Franceschet *et al.* (2021).

traspasos entre fondos con mayor seguridad, mayor velocidad y con menores cargas administrativas.

En otro orden de cosas, DeFi no sólo aumenta los activos potencialmente incluibles en las carteras asesoradas o gestionadas. Bajo la tecnología DLT también nacen nuevas formas de realizar el asesoramiento y la gestión de carteras. A través de plataformas descentralizadas los inversores pueden confiar las decisiones de inversión a *bots* que utilizan *inteligencia artificial*, pudiendo rectificarlas manualmente. Un reto que se ha puesto de manifiesto es la necesidad de la combinación de la gestión centralizada y descentralizada y la creación de un sistema global de gestión de activos<sup>91</sup>.

## 5.6. FINANCIACIÓN DE CAPITAL RIESGO Y CAPITAL PRIVADO

La financiación mediante capital de *startups* y empresas en desarrollo es una de las actividades que puede verse afectada significativamente por el avance de DeFi. Las *finanzas descentralizadas* pueden contribuir a una transformación notable del escenario de la gestión del capital riesgo (*venture capital*) y del capital privado (*private equity*). Por una parte, los desarrollos DeFi implican una potencial canibalización de su negocio. Emprendedores del ámbito DeFi están solicitando fondos directamente a los inversores particulares y las institucionales para sus propios desarrollos (esencialmente empresas de *minado* y otros negocios relacionados con blockchain). En este caso existe una diferencia fundamental en la determinación del precio de los activos emitidos. En la colocación tradicional de capital, una empresa emite acciones que se valoran como derechos sobre la suma descontada de los beneficios futuros de la empresa. En cambio, cuando se emiten *tokens*, en el mejor de los casos, su valor está relacionados con el flujo de ingresos futuros que determinará el tipo de cambio de los *tokens* frente a las monedas fiduciarias en el futuro. Pero, además, DeFi puede contribuir a acelerar el fenómeno de *crowdfunding*<sup>92</sup> para proyectos de naturaleza más general, y no necesariamente vinculados con negocios de criptoactivos y DLT, aunque utilizando esta tecnología. En un contexto DeFi se producen nuevas formas de apoyo al emprendimiento mediante plataformas que quedan fuera de la intermediación que tradicionalmente realizan los gestores de fondos de *ventu-*

---

<sup>91</sup> Véase Zakhary *et al.* (2019).

<sup>92</sup> Véase Agrawal *et al.* (2013) o Mollick (2014) entre otros.

*re capital* y de *private equity*. La financiación mediante capital de las empresas a menudo implica una fricción importante en el proceso de *fundraising*<sup>93</sup>, ya que los inversores tienden a confiar e invertir en proyectos con los que tienen fuertes vínculos<sup>94</sup>, pero la tecnología blockchain tiene la capacidad de remodelar estos procesos. Las **Initial Coin Offering (ICOs)** son una forma nueva y, de momento poco regulada, de *crowdfunding* que recauda fondos utilizando tecnología mediante la venta de *tokens* o monedas relacionadas con la empresa, a cambio de moneda de curso legal o de criptomonedas<sup>95</sup>. Los procesos de ICO, también denominados *crowdsale* o *tokensale*, se iniciaron en el año 2013<sup>96</sup>. Desde ese momento, los *startups* han levantado importes relevantes de financiación en forma de capital emitiendo y vendiendo *security tokens* que ofrecen al inversor la participación en beneficios y en algunos casos derecho a voto en las decisiones de gestión del proyecto<sup>97</sup>. Como los costes de transacción del proceso son habitualmente menores, se ha argumentado que las ICOs promueven una forma de *capitalismo popular*. Este mecanismo de recaudación de fondos es similar al de las campañas de *crowdfunding* en cuanto al uso de plataformas digitales y la ausencia de intermediarios financieros estándar, pero se diferencian de otros mecanismos de financiación alternativos en el uso de *tokens* criptográficos.

El fenómeno ICO ha experimentado una explosión no prevista y se ha acumulado una interesante literatura sobre las razones principales que hacen atractiva una oferta inicial de *tokens*<sup>98</sup>. Entre ellas cabe destacar cinco<sup>99</sup>:

- a) La percepción de ausencia de regulaciones limitativas.
- b) Una mayor eficiencia de costes, porque se reduce el esfuerzo de gestión, se eliminan la mayoría de los costes de intermediación, así como los asociados a procesos de cumplimiento normativo<sup>100</sup>.

---

<sup>93</sup> Véase Chen (2018), Ante *et al.* (2018) y Fisch (2019).

<sup>94</sup> Véase Hallen (2008) y Hallen y Eisenhardt (2012).

<sup>95</sup> Véase Amsden y Schweizer (2018).

<sup>96</sup> Después de que Willett (2012) escribiera “The Second Bitcoin Whitepaper” que dio lugar a este fenómeno.

<sup>97</sup> Alternativamente existen *utility tokens* que permiten a los inversores el acceso a servicios o productos exclusivos de una determinada plataforma.

<sup>98</sup> Véase Adhami *et al.* (2018), Roosenboom *et al.* (2020), Samieifar y Baur (2021) entre otros para un análisis empírico de este fenómeno y sobre los factores de éxito.

<sup>99</sup> Véase Amsden y Schweizer (2018).

<sup>100</sup> Véase Kaal y Dell’Erba (2018) y Chanson *et al.* (2018), Sameeh (2018), Chen y Chen

- c) Disponibilidad de un amplio grupo de inversores asociada a un menor nivel de restricciones de inversión y comercialización;
- d) Un acceso más rápido a liquidez para los inversores, una vez que el proyecto está cotizando en los protocolos. Los inversores pueden vender *tokens* casi inmediatamente y, en principio, sin perjuicio para el proyecto.
- e) Los emprendedores puedan también vender sus *tokens*, inicialmente no vendidos, aprovechando la existencia de *plataformas de intercambio descentralizadas*, que actúan como mercados secundarios<sup>101</sup>, y sin restricciones temporales (*lock up periods*).

En todo caso, la investigación ha mostrado que la capacidad de recaudar fondos mediante ICOs parece algo más limitada que la financiación tradicional de acciones por la vía de IPOs para un tamaño equivalente en cada proyecto<sup>102</sup>. Una explicación que se analiza en la literatura sobre el tema es la mayor dificultad, de momento, a la hora de establecer *signals* creíbles sobre el valor de los proyectos en el nuevo universo de las *finanzas descentralizadas*<sup>103</sup>.

El proceso de una ICO no es conceptualmente distinto al de una IPO tradicional. También se prepara una especie de *information memorandum*, que en este caso se denomina *white paper*<sup>104</sup>. Se realiza también un proceso de marketing, pero en este caso el tradicional *road show* es sustituido por la promoción en redes sociales. También, a diferencia de un IPO tradicional, en ocasiones se produce la pre-venta de una parte de los *tokens* del proyecto para levantar fondos destinados a cubrir los costes del ICO. Véase gráfico 10.

---

(2019) y Fisch (2019).

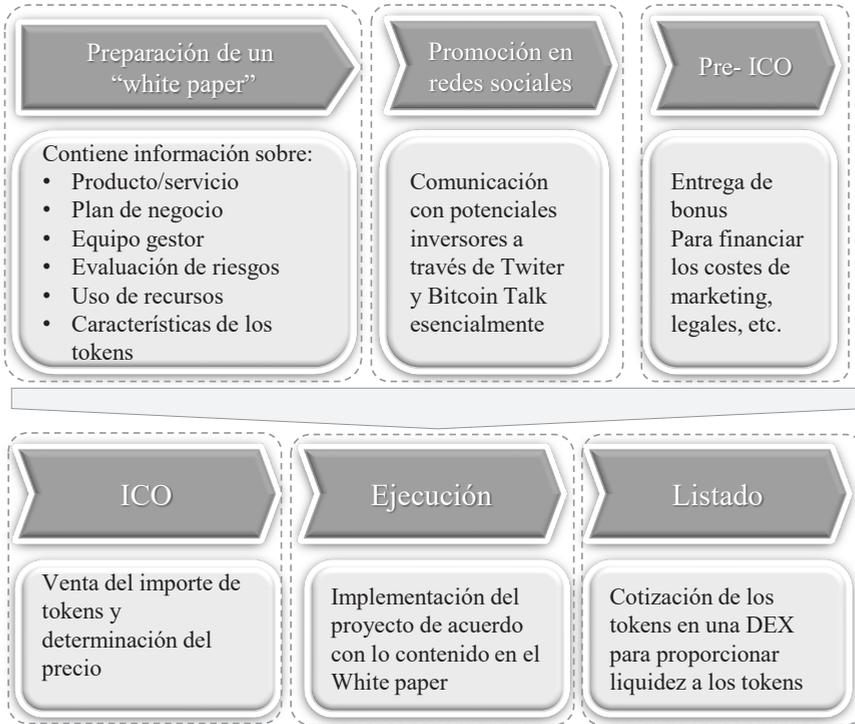
<sup>101</sup> Véase Momtaz (2021b).

<sup>102</sup> Véase Catalini y Gans (2018).

<sup>103</sup> Para una explicación sobre el *signalling* en el caso de ICOs, véase Burns y Moro (2018), Chod y Lyandres (2018), Giudici y Adhami (2019) o Czaja y Röder (2021), entre otros.

<sup>104</sup> Para un análisis sobre el contenido de los White Papers véase Florysiak y Schandlbauer (2021).

**Gráfico 10: Fases típicas de un proceso de ICO**



Fuente: Elaboración basada en Czaja y Röder (2021).

Desde la perspectiva operativa, la aplicación de tecnologías DLT no es sólo una fuente más o menos preocupante a corto plazo para las entidades de *venture capital*. También hay buenas noticias para las entidades del mundo CeFi. Por una parte, las nuevas oportunidades basadas en plataformas de blockchain para obtener financiación en forma de deuda por parte de *startups* y pequeñas empresas en desarrollo representa una fuente complementaria a la vía bancaria y, en consecuencia, puede ayudar a los gestores de fondos de capital riesgo y capital privado a acelerar el crecimiento de las empresas en su cartera.

Por otra parte, la utilización de la tecnología hoy desplegada en los protocolos blockchain puede ayudar a hacer más eficientes y seguros los procesos que vienen realizando los operadores tradicionales de capital privado en relación con las tareas administrativas de control y custodia de participaciones de los inversores (*limited partners*).

Adicionalmente, la aplicación de tecnologías DLT puede representar una oportunidad para crear un mercado secundario de participaciones de fondos de capital privado. Ello dotaría a estas participaciones de una liquidez que hoy no disfrutaban. Como resultado, se “democratizaría” el proceso de inversión en fondos de capital privado, ya que la falta de liquidez y la necesidad actual de permanecer una media de 7 a 10 años en un fondo constituye un freno significativo para los inversores no institucionales.

El uso de plataformas de blockchain podría permitir, adicionalmente, una mayor accesibilidad de los particulares al capital privado, al hacer posible un fraccionamiento del valor de las participaciones de estos fondos. El desarrollo de fondos de fondos de capital privado ya ha cubierto en parte este objetivo al ofrecer una “diversificación aumentada”, aunque para la suscripción de participaciones de fondos de fondos continúa aplicando las restricciones de tamaño mínimo de la inversión que determina la consideración de *inversores cualificados*.

## 5.7. LIQUIDACIÓN, COMPENSACIÓN Y CUSTODIA DE ACTIVOS

La liquidación y compensación de las transacciones en el mundo DeFi ocurren en el ámbito de los *smart contracts* y la plataforma de la cadena de bloques. El rendimiento de estas plataformas depende del mecanismo de consenso y de en qué medida las transacciones se producen *off-chain* y luego son representadas en un único bloque en el blockchain. En muchos casos se trata de plataformas de criptoactivos centralizadas como en el mundo tradicional.

Otra actividad afectada es la custodia de activos, ya que constituye el núcleo de las funciones para las que blockchain ha sido desarrollado. Los propietarios de criptoactivos suelen recibir una dirección pública y una clave privada (*private key*), para enviar y recibir *tokens*. La dirección pública es donde se depositan y reciben los fondos, pero no pueden realizar retiradas sin la clave privada única, que es una forma sofisticada de criptografía normalmente representada como una serie de caracteres alfanuméricos con 51 caracteres. Para almacenar las claves privadas de un usuario se utiliza un monedero digital (*digital wallet*). Cuando se inicia una transacción, el software del monedero crea una firma digital procesando la transacción con la clave privada para mantener seguro el sistema. Las claves privadas pueden

almacenarse en monederos de papel (*paper wallets*), que son documentos que se imprimen con la clave privada y el código QR para que puedan escanearse fácilmente cuando haya que firmar una transacción. También pueden almacenarse utilizando un monedero físico (*hardware wallet*) que utiliza tarjetas inteligentes o dispositivos USB para generar y asegurar las claves privadas fuera de línea; o bien un monedero de software (*software wallet*) sin conexión para almacenar las claves privadas, que tiene una partición *offline* para las claves privadas y una división online que tiene las claves públicas almacenadas. Mediante los *monederos de software* fuera de línea, las nuevas transacciones se firman digitalmente *offline* y luego se transmiten *online* a la red de criptoactivos. Estos tipos de almacenamiento se denominan *cold wallets*. Por el contrario, cuando el almacenamiento de las claves privadas se produce en dispositivos o sistemas que están conectados a Internet se denominan *hot wallets*. En el ámbito DeFi los custodios almacenan claves privadas, aprueban y firman transacciones, interactuando directamente con los agentes y las bolsas para facilitar las transacciones a los gestores de fondos<sup>105</sup>. De momento los grandes bancos custodios están contratando a compañías tecnológicas del ámbito de blockchain para proporcionar nuevos servicios de *hot y cold wallets* para sus clientes con criptoactivos y evitar la vulnerabilidad que representa la pérdida de las llaves o códigos de acceso y recuperación, o para evitar un uso equivocado en transferencias de criptomonedas. Pero para algunos, es sólo cuestión de tiempo que terminen por incorporar estas tecnologías en el núcleo de su actividad de custodia de activos no digitales. Los servicios financieros de custodia, una vez rediseñados, podrían llegar a ser suministrados por vías diferentes a las tradicionales, bien sea por los agentes actuales o por nuevos operadores.

Vinculado al fenómeno de expansión de los criptoactivos han surgido numerosas plataformas de intercambio y liquidación descentralizada de criptoactivos. Estas *decentralized exchanges (DEXs)* operan de forma descentralizada sin una autoridad central. Las órdenes de mercado son sustituidas por aplicaciones de *creación de mercado automatizada* ya comentadas. Los operadores ponen en juego *tokens* en un *pool de liquidez* basado en contratos inteligentes. Cuando se ejecuta una operación, la recompensa por la creación de liquidez revierte en el fondo y los participantes comparten los beneficios financieros de la creación de liquidez en función de sus contri-

---

<sup>105</sup> Véase Liao (2021).

buciones al fondo. Los operadores pueden, sin embargo, pagar tasas de transacción (*gas fee*) más altas debido a que la infraestructura operativa de las bolsas requiere pasos adicionales para la verificación y la publicación de las transacciones. Como consecuencia de la fiebre de la actividad de *trading* con criptodivisas el volumen de negociación de los DEXs ha llegado a superar el correspondiente a los mercados tradicionales.

Actualmente las plataformas DEXs están centradas en la negociación de criptodivisas, pero conforme se vayan digitalizando más activos su uso podría extenderse. Aunque este mercado está actualmente muy fragmentado, y es difícil de navegar, la tecnología instalada podría además ser reutilizada para el intercambio de acciones y de bonos no digitales. Se afirma que con el uso de blockchain la liquidación de transacciones podría ser significativamente más rápida, la confianza de las transacciones podría verse reforzada; el sistema de asignación de órdenes (*order book*) mejorado; y la seguridad en la casación de instrucciones (*matching orders*) aumentada. En este contexto, no se descarta que las Bolsas actuales de comercio tiendan a incorporar DLT en sus arquitecturas tecnológicas. La aplicación de *contratos inteligentes* permite la reducción de costes, la mitigación del riesgo y la reducción de las tasas de error, al tiempo que mejora los procesos de conciliación. Además, como el sistema descentralizado permite compartir una infraestructura mutualizada, se podría liberar capital y facilitar el cumplimiento de la normativa.

## 5.8. ASEGURAMIENTO DE RIESGOS

En el mundo DeFi, la actividad de aseguramiento o protección de riesgos se refiere esencialmente a aquellos riesgos asociados a la propia actividad de negociación, de préstamos y depósitos de cryptoactivos. A través de plataformas de blockchain y *smart contracts* pueden definirse nuevos acuerdos por lo que un pool de inversores ofrece una garantía de indemnización en caso de que se produzca en el asegurado una pérdida o un daño. Con DeFi, la definición de los riesgos y los criterios que disparan los siniestros puede ser más complejos que los actualmente definidos. Las primas que actúan como contrapartidas de la aceptación de riesgos pueden articularse de forma más flexible, incluyendo un conjunto de activos digitales. Así, algunos proyectos DeFi están aprovechando el uso de blockchain para revitalizar el concepto de cooperación de las mutuas de seguros. En el entorno DeFi se

pueden crear incentivos alineados a través de activos digitales, *contratos inteligentes* y *tokens* de afiliación. El resultado es la posible desintermediación de la entidad aseguradora<sup>106</sup>. Pero, por otra parte, a través de DeFi la industria de reaseguro puede reasignar riesgos en una nueva capa de inversores institucionales diferentes de los aseguradores e, incluso, entre inversores no institucionales. De esta forma DeFi puede proporcionar a los aseguradores incumbentes nuevas formas de gestión y evacuación del riesgo. Del mismo modo, algunas compañías de seguros están utilizando la funcionalidad de blockchain, en términos de su capacidad de crear información inmutable y con marcas de tiempo, para la gestión del trabajo de sus peritos.

## 5.9. NUEVOS NEGOCIOS RELACIONADOS

DeFi va a significar una nueva etapa, y previsiblemente un salto relevante en la desintermediación financiera. Muchos servicios financieros pueden ser reinventados en sí mismos como consecuencia de DeFi, pero también surgirán nuevos servicios gracias al uso de blockchain. Como resultado, DeFi no sólo afecta a los negocios financieros actuales, también significa la aparición de nuevos modelos de negocio. Como ocurriera con la primera ola de Internet, aunque se esperaba la desaparición de la intermediación comercial, sucedió que desaparecieron o cambiaron muchos intermediarios, al tiempo que surgieron otros nuevos de naturaleza diferente. En el caso DeFi, están surgiendo también nuevos operadores: agregadores, autenticadores del sistema, *staking-as-a-service providers*, compañías que ofrecen pólizas de seguros sobre *oracles* y sobre *smart contracts*, cubriendo riesgos o contingencias de vulnerabilidad, etc<sup>107</sup>.

Además, en cierto sentido, DeFi va a implicar, que las fronteras de la industria financiera queden desdibujadas. DeFi puede producir una “financiarización” de muchas actividades del mundo real, lo que significa poder aplicar el *modelo de relación financiera* (de descubrimiento de precios, creación de mercado, evaluación y distribución de riesgos, intercambio entre partes, garantías, etc.) a nuevas actividades que hoy están fuera del circuito financiero tradicional. Esta circunstancia puede ofrecer a las entidades de las finanzas tradicionales que sean capaces de adaptarse nuevas fuentes de

---

<sup>106</sup> Véase Karp y Melbardis (2018).

<sup>107</sup> Véase Feng *et al.* (2019).

negocio. DeFi puede implicar un avance hacia a un acceso más global al mundo financiero (como en su día ha ocurrido con los *smartphones* en países no pertenecientes al primer mundo). Es decir, puede tener un efecto inclusivo. Sin embargo, previsiblemente DeFi no signifique un incremento en el nivel de “bancarización” de nuevos segmentos de población, sino una nueva forma de participación de dichos segmentos en el ámbito financiero.

Pero los desarrollos DeFi podrían ampliar su ámbito de penetración. Imaginemos un “metaverso” descentralizado, un mundo con tiendas gestionadas por sus usuarios en la Web3, los avatares que deambulan por él pueden utilizar monederos digitales que además sirven como una forma de identidad digital. Las finanzas y el comercio adoptan nuevas formas de relación en el nuevo Internet3D<sup>108</sup>.

---

<sup>108</sup> Véase The Economist (2021).

## 6. ¿QUIÉNES VAN A ESTAR AFECTADOS?

Los efectos de DeFi sobre los flujos de valor añadido en la industria financiera pueden llegar a ser muy relevantes, beneficiando a algunos operadores y perjudicando a otros, cuya existencia podría incluso ponerse en cuestión. Prácticamente todos los agentes e instituciones que hoy están involucrados directa o indirectamente en la industria financiera van a estar de algún modo afectados por el desarrollo de DeFi. No sólo las entidades y agentes financieros, pero también los clientes, tanto emisores como inversores, así como los entes receptores de alguna modalidad de asesoramiento financiero se verán afectados. También los diferentes proveedores de servicios a la industria financiera tendrán que adaptar sus servicios para hacer frente al desafío DeFi, y esto incluye a las compañías de consultoría estratégica, a los consultores tecnológicos y a los proveedores de tecnología digital. Por otra parte, los despachos de asesoría legal tendrán que actualizar y completar sus servicios. Finalmente, supervisores de los mercados de valores, bancos centrales, reguladores y, por ende, fiscales y jueces verán como el desarrollo DeFi implicará cambios en su alcance de actuación. Véase gráfico 11.

El sistema bancario como institución hasta ahora clave de la industria financiera está actualmente bajo el impacto del proceso de digitalización que constituye su principal estrategia interna para mejorar su eficiencia, pero que al mismo tiempo permite a través de los desarrollos Fintech y DeFi un proceso de desintegración de actividades. Tradicionalmente la estrategia de los bancos ha consistido en poner el foco en el cliente para ofrecerles un conjunto interconectado de productos y servicios (medios de pago, financiación, depósitos, instrumentos de inversión y pensiones privadas, asesoramiento financiero etc.) de forma integrada. La digitalización e

Internet permiten, sin embargo, que estas funciones se ofrezcan de forma institucionalmente desintegrada, aunque operativamente integrada a través de la Red, de manera que surgen nuevos jugadores centrados en productos y servicios específicos. El desarrollo DeFi es una nueva forma que promete incrementos de eficiencia, reducción de costes y mayor acceso a los servicios financieros.

Los desarrollos DeFi afectan a las entidades desde dos ejes básicamente. Por una parte, generan efectos de canibalización y permiten la desintermediación al ofrecer a los individuos soluciones que les empoderan para colaborar directamente entre ellos en el ámbito de las finanzas. Pero, por otra parte, algunas entidades del universo de las finanzas centralizadas participan en la distribución de criptoactivos y servicios relacionados. Y lo que es más relevante, las soluciones propuestas en las *finanzas descentralizadas* basadas en la cadena de bloques comienzan a ser incorporadas por parte de las entidades tradicionales en su negocio, como una forma de mejorar la eficiencia en sus operaciones<sup>109</sup>.

En el ámbito de la industria financiera, entidades bancarias proveedoras de servicios de financiación a particulares y a empresas (tanto préstamos corporativos como instrumentos de financiación apalancada y de adquisiciones), así como de servicios de depósito se están ya viendo impactadas. También la actividad de *trading*, los *market makers* y los agentes generadores de precios para instrumentos derivados, verán nuevos competidores procedentes del entorno DeFi. Los asesores financieros, los colocadores de acciones en IPOs, las instituciones especializadas en originación y estructuración de instrumentos de los mercados de capitales podrían estar afectadas por los desarrollos DeFi. En definitiva, tanto la banca comercial como la banca de inversiones están comenzando a sentir los efectos del avance de las *finanzas descentralizadas*.

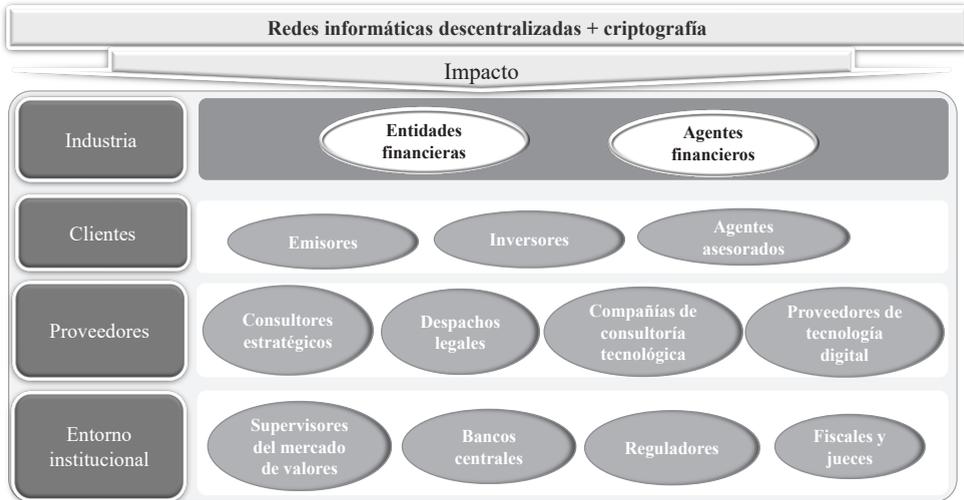
En otro orden de cosas, el sistema bancario tradicional podría llegar a jugar un papel en el desarrollo del universo DeFi, ya que uno de los rasgos de este universo es el hecho de que el fuerte apalancamiento que exhibe amplifica la volatilidad y prociclicidad del sistema, sin que existan un mecanismo interno que absorba los shocks, como en el sistema tradicional ocurre con los bancos<sup>110</sup>.

---

<sup>109</sup> Véase Popescu (2020a).

<sup>110</sup> Véase Aramonte *et al.* (2021).

Gráfico 11. Agentes afectados por desarrollos DeFi



Fuente: elaboración propia.

Pero DeFi no sólo va a representar un avance de la *banca en la sombra*. También puede afectar a toda la industria de gestión de activos. En concreto, los gestores de fondos de inversión, de fondos de pensiones, de fondos de capital privado y de vehículos de *venture capital*, pero también los *hedge funds* y los agentes de banca privada podrían estar afectados, ya que DeFi implica nuevas formas de enfrentarse a estas funciones.

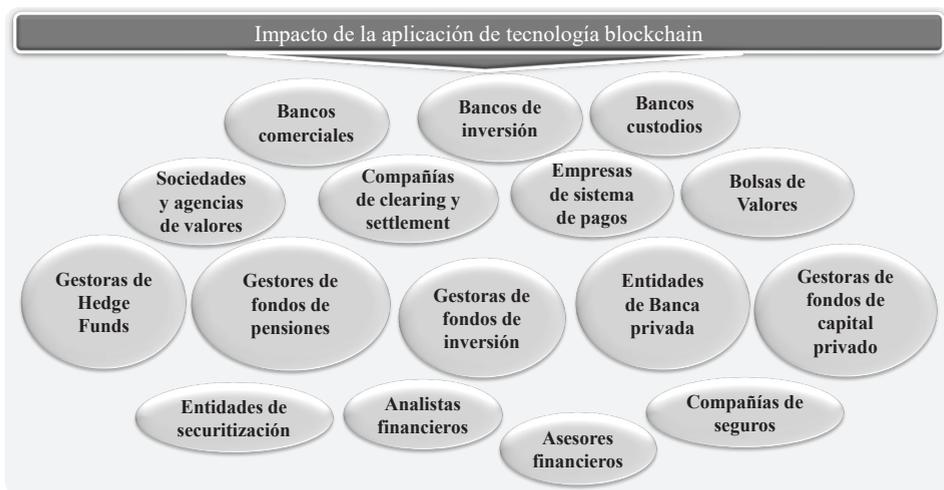
Por otra parte, las instituciones especializadas en custodia, agencia de pagos y agencia fiscal, así como los fideicomisarios se verán también impactados por los desarrollos DeFi. Las cámaras de compensación y liquidación y las bolsas de valores previsiblemente también se vean afectadas por nuevas alternativas construidas bajo esquemas DeFi. Pero, además, el hecho de que las criptomonedas se estén sumando al conjunto de clases de activos gestionados por los inversores y que las *crypto exchanges* están negociando en un espacio temporal 24/7 o *nonstop trading* está presionando a las bolsas tradicionales para reconsiderar las horas oficiales de cotización<sup>111</sup>.

Las plazas financieras también comienzan a luchar por captar proyectos DeFi y conseguir protagonismo en este nuevo universo financiero. Inicial-

<sup>111</sup> Véase Szalay (2021a).

mente los proyectos vinculados al desarrollo de criptodivisas se relacionaron con actividades ilegales y fraudulentas y se ubicaron físicamente en ciudades sin reconocimiento financiero o bien carecían de una clara ubicación al tener sus sedes distribuidas. Recientemente, sin embargo, las principales plazas financieras tradicionales quieren convertirse en protagonistas de estos desarrollos y llegar a ser espacios DeFi<sup>112</sup>. Además, la cuestión Crypto/DeFi comienza a filtrarse en el mundo de la política, de forma que candidatos y partidos están incorporando en sus agendas y programas medidas orientadas a lograr que sus jurisdicciones se conviertan en *global hubs for digital asset business*<sup>113</sup>.

**Gráfico 12. Entidades y agentes del ámbito financiero que experimentarán los efectos de los desarrollos DeFi**



Fuente: elaboración propia.

<sup>112</sup> Véase Wilson (2022).

<sup>113</sup> Véase Szalay (2022).

## 7. ¿CUÁL ES EL ALCANCE DEL FENÓMENO DeFi?

Para aquellos analistas fascinados por las oportunidades que permite el uso de la DLT, se trata de una tecnología fundacional, con el potencial de crear nuevas bases económicas y sociales. Blockchain tiene aplicaciones en la actividad del sector público y en muchos sectores económicos y la industria financiera es precisamente un ámbito en el que esta tecnología puede tener un impacto muy significativo a corto plazo, ya que permite a las partes contratantes realizar un seguimiento dinámico de los activos y de los acuerdos alcanzados, utilizando un protocolo común. Esta circunstancia agiliza, e incluso permite sustituir por completo, muchos procesos de verificación internos y otros proporcionados por terceros<sup>114</sup>. En consecuencia, parece claro que el impacto DeFi sobre la industria financiera puede llegar a ser global. No obstante, desde la perspectiva de su materialidad, las estimaciones no son homogéneas. Todo intento de extrapolar calendarios y escenarios probables respecto del impacto de tecnologías que parecen en principio muy disruptivas implica una fuerte asunción de riesgos. Y este es el caso en relación con las consecuencias de las aplicaciones de blockchain en la industria financiera<sup>115</sup>. No existe consenso sobre cuál será la magnitud futura de los desarrollos DeFi, ni sobre el calendario de sus consecuencias. Posiblemente, en relación con el impacto de la tecnología DLT en las finanzas se cumpla la regla conocida como *ley de Amara*, que sostiene que los seres humanos tendemos a sobrestimar los efectos de una nueva tecnología a corto plazo, mientras que tendemos a subestimar sus efectos a largo plazo.

---

<sup>114</sup> Véase Treleaven *et al.* (2017).

<sup>115</sup> Véase Trautman (2016).

Parece claro que, como ha ocurrido con los fenómenos *FinTech* y *Reg-Tech*, DeFi es una fuente relevante de transformación de las finanzas. El fenómeno DeFi puede ser descrito como una forma experimental de práctica financiera que intenta escapar de la dependencia de los intermediarios financieros tradicionales. La misión de los intermediarios financieros es doble. Por una parte, su intervención permite reducir los costes de las transacciones al conectar los participantes en el mercado y, además, crear confianza en las transacciones ejecutadas<sup>116</sup>. Con la consolidación de Internet y el avance de la economía digital los proyectos de *FinTech* han empezado a asumir algunas funciones que tradicionalmente desempeñaban las instituciones financieras. El efecto ha sido la irrupción de empresas tecnológicas o híbridas en la actividad financiera. Sin embargo, se trata de nuevos intermediarios que continúan centralizando la operación. En este contexto, se argumenta que la tecnología blockchain es más disruptiva ya puede eliminar la necesidad de intermediarios en las transacciones financieras, al facilitar transacciones entre pares mediante plataformas descentralizadas. DeFi abarca un rango muy amplio de aplicaciones informáticas, actividades y servicios financieros que tienen en común el hecho de que su construcción se basa en los fundamentos de descentralización. Desde esta perspectiva, su desarrollo puede significar una auténtica reinención de muchos de los elementos que componen las relaciones y los servicios financieros tradicionales.

Para algunos, la tecnología blockchain puede ser tan disruptiva como lo fueron en su momento la máquina de vapor y la electricidad (que generaron fuertes avances en la productividad) o como lo ha sido Internet (que ha cambiado la forma en la que se distribuye la información). Se ha afirmado que el sistema financiero actual es ineficiente porque está utilizando un conjunto de tecnologías industriales y procesos basados en un enfoque de papel físico, aunque con un envoltorio digital; porque está centralizado, lo que por otra parte implica que sea resistente al cambio y vulnerable a los fallos de los sistemas y ataques; y porque es excluyente, en la medida que hay miles de millones de personas sin acceso a herramientas financieras básicas. La tecnología DLT puede cambiar la forma en que se entrega el *valor*, al operar como una *máquina de confianza*<sup>117</sup>. Blockchain resuelve dos

---

<sup>116</sup> Véase Shiller (2012).

<sup>117</sup> Según la terminología acuñada por The Economist (2015).

grandes problemas de la economía digital. Una vez que los activos están digitalizados, su flujo puede visualizarse a través de toda la cadena de transacciones y, además, el coste marginal del proceso de dotar de confianza al sistema de transacciones se reduce radicalmente<sup>118</sup>. Con blockchain, Satoshi Nakamoto resolvió en 2008 el problema de establecer la confianza en un sistema distribuido. En particular, consiguió crear un sistema de almacenamiento distribuido de documentos con sello de tiempo en el que ninguna parte pueda manipular el contenido de los datos o las marcas de tiempo sin ser detectado. En este escenario, la aplicación de la tecnología blockchain puede ser una solución a este atasco de la innovación<sup>119</sup>. Por lo tanto, en el ámbito de las finanzas, la capacidad disruptiva de la tecnología blockchain es innegable<sup>120</sup>. Podría afirmarse que DeFi es la nueva frontera en el mundo de las finanzas, y estaríamos asistiendo actualmente a un movimiento que transformará profundamente el panorama de los mercados financieros mundiales<sup>121</sup>.

Aunque el fenómeno DeFi ha nacido en el entorno de los criptoactivos, y todavía hoy está muy vinculado a desarrollos relacionados con la incentivación, el almacenamiento y el *trading* de las criptomonedas, claramente ha comenzado a desbordar este contexto para penetrar en nuevas áreas más cercanas a las finanzas tradicionales. Algunos analistas pronostican un crecimiento meteórico de las actividades vinculadas a esta transformación en los próximos meses y años. Si continúa la evolución reciente, el volumen de activos/pasivos financieros digitales implicados en el desarrollo DeFi podría ser enorme en un futuro próximo.

Para otros analistas, sin embargo, blockchain es todavía una tecnología en evolución y, por tanto, inmadura. Resulta difícil predecir su evolución futura. Aunque parece claro que las empresas deberían estudiar esta tecnología y entenderla, porque sus ideas subyacentes son poderosas y probablemente influyentes, el impacto de la DLT puede o no llegar a ser revolucionaria<sup>122</sup>. La tecnología de la cadena de bloques, como red entre pares que se asienta sobre Internet, se introdujo inicialmente en octubre de 2008 y la cuestión es si esta tecnología descentralizada logrará tener un impacto tan

---

<sup>118</sup> Véase Zheng y Huang (2018).

<sup>119</sup> Véase Tapscott y Tapscott (2017).

<sup>120</sup> Véase Peters y Panayi (2014).

<sup>121</sup> Véase Prasad (2021).

<sup>122</sup> Véase Varma (2019).

relevante como Internet y, en su caso, cuanto podría llevar este proceso. Así, aquellos que son más prudentes respecto el impacto DeFi recuerdan que efectivamente en la actualidad, una proporción relevante de las empresas cotizadas más valiosas del mundo son aquellas que tienen modelos de negocio basados en plataformas de Internet, pero se ha tardado más de 30 años en que los protocolos TCP/IP hayan logrado establecerse, generalizarse, permitir la transformación de las empresas y la sustitución de muchas, para finalmente remodelar la economía y la sociedad en su conjunto.

En concreto para algunos expertos, a pesar de los llamamientos de los entusiastas de DeFi a la desintermediación, la evidencia revela que un número significativo de plataformas desarrolladas bajo tecnología blockchain finalmente tienden a emplear prácticas de intermediación adoptadas desde hace tiempo por sus homólogas tradicionales y, además, suelen asociarse con empresas de servicios financieros tradicionales.

Además, algunos analistas consideran que todavía está por ver el inicio de un fenómeno de expansión exponencial en el ámbito DeFi fuera del escenario de las criptomonedas. En la opinión de éstos, aún faltan muchos años para que se produzca una verdadera transformación de las empresas y las administraciones públicas impulsada por la tecnología de la cadena de bloques. Algunos de estos analistas rechazan incluso que blockchain sea una tecnología realmente disruptiva con capacidad de atacar modelos de negocio tradicionales con soluciones de menor coste y con facilidad para superar rápidamente a las empresas establecidas. Aunque su impacto previsible será enorme, se necesitarán décadas para que blockchain se filtre en nuestra infraestructura económica y social. El proceso de adopción será gradual no repentino<sup>123</sup>.

El fenómeno DeFi, para diversos analistas, está todavía en sus inicios y a pesar de sus indudables ventajas, el funcionamiento de la tecnología de la cadena de bloques también limita el rendimiento de las transacciones en este ámbito, exigiéndose una latencia elevada en la confirmación de las transacciones para garantizar la privacidad y la seguridad. Si tanto DeFi como las finanzas centralizadas tienen propias ventajas e inconvenientes, no parece sencillo encontrar una forma trivial de combinar lo mejor de ambos sistemas. Por lo tanto, es probable que coexistirán entrelazados y se

---

<sup>123</sup> Véase Iansiti y Lakhani (2017).

mejorarán mutuamente<sup>124</sup>. En este escenario, se argumenta que la estandarización no es sólo un pasaporte para el crecimiento de las aplicaciones de blockchain en la industria financiera, sino también la garantía básica de que puede alcanzarse un nivel suficiente de regulación y desarrollo ordenado<sup>125</sup>. En este sentido, se ha propuesto también que los gobiernos colaboren con el sector privado para desarrollar un conjunto de servicios de aplicación de uso general que permitan la construcción de estándares para la adaptación de la tecnología blockchain en el mundo financiero<sup>126</sup>.

Considerando la falta de unanimidad respecto el impacto previsible de la tecnología DLT y de su capacidad disruptiva en el ámbito de las finanzas, las empresas de esta industria se enfrentan a un dilema a la hora de asignar recursos a este tipo de desarrollos. En el análisis de la cuestión de cómo DeFi puede impactar en su actividad y su posición competitiva de futuro, se han destacado al menos seis factores que deben ser analizados:

- a) La magnitud de los efectos sobre la productividad en aquellas compañías que adopten esta tecnología y, en consecuencia, la posibilidad de que se traduzca en una alteración de la competencia;
- b) El alcance de las *externalidades de red* requeridas para que ofrezca valor a los participantes;
- c) El nivel de exigencia de una mayor coordinación entre agentes para fomentar la adopción de esta tecnología;
- d) La dificultad de coordinación institucional para que pueda disponerse de un entorno con estándares aceptados y con una regulación suficiente;
- e) El nivel de complejidad y las barreras de adopción;
- f) El nivel de arraigo en las organizaciones e instituciones de los procesos que son susceptibles deben ser sustituidos por la nueva tecnología.

---

<sup>124</sup> Véase Qin *et al.* (2021).

<sup>125</sup> Véase Zheng y Huang (2018).

<sup>126</sup> Véase Zheng y Huang (2018).



## 8. ¿ES REALMENTE BLOCKCHAIN UNA TECNOLOGÍA CON FUTURO?

Durante más de dos décadas la gente ha compartido información a través de Internet, enviando correos electrónicos, publicando en las redes sociales, compartiendo documentos y más recientemente almacenando datos y programas en la nube. Blockchain lleva la conectividad de Internet un paso más allá, al conectar eficazmente a personas o empresas de forma directa. La posible eliminación de los intermediarios, al permitir el intercambio fiable entre pares impulsa una nueva Web3. Desplegando blockchain, los individuos, las organizaciones, las máquinas y los algoritmos podrían realizar libremente transacciones e interactuar entre sí con poca fricción. Este es el inmenso potencial de la tecnología de la cadena de bloques<sup>127</sup>. Desde esta perspectiva, blockchain es claramente una tecnología con futuro. Pero es habitual que las nuevas tecnologías, particularmente cuando son potencialmente disruptivas, generen malentendidos en cuanto a su capacidad de penetración, y este es el caso de la *distributed ledger technology*. Muchos pronostican que blockchain, junto con la *inteligencia artificial* (IA) y el *Internet de las cosas* (IoT), tendrá el mayor impacto en el mundo durante los próximos años. De hecho, se ha argumentado que su enorme efecto disruptivo potencial procede de su naturaleza como tecnología de la información de propósito general<sup>128</sup>. Para otros, sin embargo, blockchain es sólo un *flash in the pan* y la falta de estandarización que se está viendo en este mercado

---

<sup>127</sup> Véase Iansiti y Lakhani (2017).

<sup>128</sup> Véase Davidson *et al.* (2016) y Kane (2017).

terminará por frenar las expectativas de desarrollo masivo de las aplicaciones basadas en DLT. Para que se produzca una revolución de la cadena de bloques, tendrán que caer muchas barreras tecnológicas, de gobernanza, organizativas e incluso sociales<sup>129</sup>. Algunos analistas consideran que sería un error exagerar el impacto de la tecnología DLT, ya que actualmente resulta difícil tener visibilidad sobre la forma en la que se consolidará.

Que esta tecnología vaya o no a revolucionar la industria de las finanzas dependerá de en qué medida (i) permita un rendimiento suficiente de las transacciones; (ii) pueda garantizar la seguridad de los datos; (iii) no sea agresiva en términos de sostenibilidad del medio ambiente y (iv) sea al menos neutral en términos de sus implicaciones sociales y de buen gobierno de las instituciones. A continuación, se comentan algunos aspectos relacionados con estas cuestiones.

## 8.1. RENDIMIENTO Y ESCALABILIDAD

Una cuestión clave que determinará el éxito de la tecnología blockchain es el rendimiento del sistema descentralizado, en términos de velocidad de ejecución de las transacciones. En el mundo blockchain una regla inicialmente aceptada fue la existencia de un balance entre seguridad y velocidad de funcionamiento del sistema. En un principio, los sistemas basados en blockchain eran comparativamente lentos y no podían competir con sistemas centralizados de alto rendimiento<sup>130</sup>. Desde la perspectiva del diseño arquitectónico de blockchain, existía un problema no resuelto en escalabilidad, que se traducía en la existencia de un cuello de botella para el despliegue de aplicaciones prácticas basadas en esta tecnología. Se podía escalar el sistema aumentando el tamaño de los bloques o disminuyendo el tiempo de ejecución de éstos, por la vía de reducir la complejidad del *hash*. Pero la capacidad de escalar el sistema parecía alcanzar un techo antes de competir con los sistemas convencionales más veloces. Como el consenso de la prueba de trabajo o *proof of work (PoW)* era parte del problema, se evolucionó hacia el sistema de *proof of Stake (PoS)*, pero esta transición de los esquemas PoW hacia protocolos PoS tampoco resultaba gratuita<sup>131</sup>. Otra

---

<sup>129</sup> Véase Iansiti y Lakhani (2017).

<sup>130</sup> Véase Strelenco (2018) y Hoffman (2020).

<sup>131</sup> Véase Chitra (2020). Para una discusión sobre los mecanismos de consenso véase Tan *et al.* (2020)

iniciativa para aumentar la velocidad ha consistido en utilizar el esquema de Segunda Capa (*Second Layer*), que permite actualizaciones de eventos casi instantáneas a través de toda la blockchain, sin saturar los *nodos* con grandes paquetes de datos. En lugar de almacenar los datos directamente en la cadena de bloques, se pueden aislar los datos pesados relacionados con las transacciones de la tubería principal mediante el *hash*, la encriptación y la firma de los paquetes al final de cada transacción y su archivo. El uso de diferentes niveles permite que los datos relacionados con los eventos sean instantáneamente verificables y accesibles reduciendo el tiempo de respuesta. Esta tecnología es particularmente útil para ciertos tipos de transacciones y datos (por ejemplo, funciona mejor en aplicaciones en las que se envían muchas transacciones pequeñas en lugar de unas pocas grandes), pero cuando se trata de manejar *contratos inteligentes* la velocidad no logra ser tan elevada. Alternativamente, se ha propuesto utilizar un *sistema de minería paralela* en el que cada transacción está conectada con al menos otras dos transacciones verificadas y los *mineros* verifican todas las nuevas transacciones en paralelo<sup>132</sup>. En definitiva, la evolución de la tecnología blockchain indica que los problemas de velocidad están en vía de solución.

## 8.2. LOS LÍMITES DE LA DESCENTRALIZACIÓN

Aunque en teoría la tecnología blockchain permite una descentralización completa de la operativa, en la práctica los sistemas desarrollados ofrecen cierto grado de centralización. El nivel de descentralización no es una característica binaria, sino que oscila en rango según el diseño del sistema concreto. En realidad, en muchos proyectos etiquetados como DeFi el nivel de centralización es muy elevado, y se utiliza esta etiqueta a puro efecto de marketing. Y, en algunos casos, esta etiqueta responde a un intento de rememorar el origen cripto-anarquista de blockchain y a sus raíces *cypherpunk*. De hecho, la mayoría de los proyectos autoproclamados como DeFi son de naturaleza híbrida, ofreciendo una configuración empresarial centralizada del *front-end* y una arquitectura descentralizada en el *back-end* de las aplicaciones. La parte positiva de este tipo de estructura híbridas es que reduce los riesgos, al permitir la identificación de la entidad promotora a efectos de supervisión y cumplimiento normativo.

---

<sup>132</sup> Véase Hazari y Mahmoud (2020).

Desde esta perspectiva, la descentralización en los sistemas DeFi es más una cuestión aspiracional que real<sup>133</sup>. Incluso se ha afirmado que, desde la perspectiva conceptual, sería oportuno deshacernos del término “descentralizado” en relación con los proyectos bajo tecnología DLT<sup>134</sup>.

Profundizar en el grado real de la descentralización de los sistemas bajo la etiqueta DeFi es fundamental porque el uso actual del término está creando malentendidos sobre las capacidades de la tecnología y sobre cómo funciona el poder en estos sistemas. Ello se puede traducir en errores en la forma en que la ley o la reglamentación tratan estos sistemas y a las personas que actúan en ellos.

La investigación empírica muestra que existe una elevada concentración de la propiedad, además de una creciente complejidad de estructuras de envoltura de los *tokens*. Ello se traduce en riesgos relativos a la gobernanza de los protocolos, al tiempo que socava la transparencia y crea una interdependencia con efectos negativos sobre su solidez<sup>135</sup>. En particular, se ha puesto de manifiesto el riesgo de una inapropiada alineación de los intereses entre las partes interesadas derivado de la posibilidad de manipulación en el gobierno de los protocolos<sup>136</sup>.

### 8.3. TRAZABILIDAD Y TRANSPARENCIA

La trazabilidad y transparencia de los datos es, en principio, el punto fuerte que aporta la tecnología blockchain. Las transacciones son unidades de datos que contienen una marca de tiempo y que pueden representarse como números o cadenas de caracteres. Una cadena de bloques puede contemplarse como una tabla con tres columnas, donde cada fila representa una transacción distinta, la primera columna almacena la marca de tiempo de la transacción, la segunda columna almacena los detalles de la transacción, y la tercera columna almacena un *hash* de la transacción, sus detalles y el *hash* de la transacción anterior. Cuando se inserta un nuevo registro en una cadena de bloques, el último *hash* calculado se transmite a todas las partes interesadas<sup>137</sup>. Una característica clave de la cadena de bloques es que

---

<sup>133</sup> Véase Walch (2019).

<sup>134</sup> Véase Sheng (2018).

<sup>135</sup> Véase Nadler y Schär (2020).

<sup>136</sup> Véase Ushida y Angel (2021).

<sup>137</sup> Véase Di Pierro (2017).

todo lo que se almacena está ahí para siempre, la información es inmutable y no se puede borrar. La información que se almacena en la cadena de bloques ofrece un nivel desconocido de transparencia. A diferencia de otras bases de datos, que sólo muestran los datos actualizados, con blockchain se muestra todo el historial de actualización de los datos. Toda la información de la cadena de bloques puede estar disponible públicamente, ya que es un sistema descentralizado. Aunque las transacciones son anónimas, pero todo lo que se hace en una red blockchain deja rastro y es *monitorizable*. La ausencia de identificadores tradicionales en las transacciones en las redes blockchain generan una ilusión de anonimato. Sin embargo, al triangular la información de envío y recepción de una transacción en una red de bloques, junto con otras sofisticadas herramientas y técnicas de investigación, ambos el remitente y el receptor pueden ser identificados. El formato del diseño de blockchain hace que todo sea rastreable, lo que es especialmente útil si se produce un problema, ya que los errores pueden ser más fácilmente rastreados y corregidos.

#### 8.4. SEGURIDAD E INTEGRIDAD DE LOS DATOS

Otra cuestión clave para el desarrollo DeFi es el nivel de integridad e inmutabilidad de los datos gestionados bajo tecnología DLT. En un registro centralizado que contiene todos los datos relevantes, administrado por una única entidad, las copias de seguridad suelen estar almacenadas en múltiples servidores, lo que mitiga, pero no elimina el riesgo derivado de la destrucción del hardware en el que está ubicado el registro. En principio, los *libros distribuidos* reducen este riesgo de destrucción física al aumentar exponencialmente las copias. Al mismo tiempo se dificulta la manipulación, ya que la tecnología subyacente requiere el consenso de muchos puntos de almacenamiento de datos (*nodos*). Además, la cadena de bloques dificulta aún más la corrupción de datos, ya que para que un ciberataque sea exitoso tiene que corromper simultáneamente múltiples *nodos*, las cadenas de bloques y los sellos de tiempo. Dependiendo del tipo de cadena de bloques, las partes pueden ver las entradas anteriores del libro mayor y registrar nuevas entradas, aunque la mayoría de las redes de cadenas de bloques tienen reglas complejas para la adición de nuevos grupos de registros o “bloques” a la cadena de registros anteriores. Los bloques y su contenido están protegidos por una potente criptografía que asegura, en principio, que las transacciones anteriores

dentro de la red no puedan ser falsificadas ni destruidas. La red blockchain utiliza un sistema P2P en el que cada usuario tiene una copia de la cadena de bloques. Por lo tanto, para manipular la red, hay que cambiar la información de toda la cadena, por lo que resulta más difícil romper la seguridad. Los distintos sistemas de blockchain utilizan diferentes algoritmos de *hash*. Para crear un nuevo bloque y añadirlo a la cadena de bloques debe obtener el resultado de un cálculo criptográfico que relaciona el nuevo bloque con su antecedente. Esta técnica de enlace permite que blockchain actúe como un sistema seguro en la transferencia de datos. Un cambio en los datos de cualquier bloque cambia su *hash* y el enlace deja de actuar. En blockchain, no hay una sola orden de control, las copias están disponibles en cada *nodo* y se actualizan simultáneamente por lo que la información debería estar segura. Si los registros no pueden ser manipulados, la información es inmutable por lo que la tecnología blockchain actuaría como una “máquina de confianza” (*trust machine*). Por otra parte, blockchain almacena los registros con **prueba de existencia (PoE)**, lo que permite a cualquier persona almacenar de forma anónima, segura y en línea cualquier documento, sin necesidad de mostrar el documento real<sup>138</sup>.

A pesar de todo, no hay ningún sistema completamente seguro. Las transacciones de blockchain pretenden ser más seguras, pero de hecho implican nuevos riesgos que hay que gestionar y mitigar. Si se produce una acción maliciosa por parte de un administrador de la base de datos infiel o un ataque ciber-informático de terceros que tenga éxito pueden derivarse situaciones de manipulación del contenido de la información del registro. Si el algoritmo de encriptación se pone en riesgo, toda la cadena bloques puede hacerse vulnerable. Particularmente las redes de blockchain más pequeñas y menos sólidas están más expuestas a ciberataques. En relación con la vulnerabilidad de la red, parece claro que, en un sistema gobernado por los *contratos inteligentes*, la calidad de la programación es clave. Los posibles errores de codificación pueden crear vulnerabilidades que permitan atacantes orientados a drenar los fondos, provocar el caos o inutilizar el protocolo. Así, la seguridad del protocolo depende de la seguridad de los *contratos inteligentes* que lo sustentan. En este sentido, DeFi utiliza una arquitectura de varias capas. De forma que cada capa tiene un propósito

---

<sup>138</sup> También existen pruebas de trabajo (PoW) y pruebas de participación (PoS).

distinto pero unas se basan en otras y crean una infraestructura abierta y altamente componible. Ello permite a todo el mundo construir, rehacer o utilizar otras partes del conjunto. Pero estas capas son jerárquicas, de forma que sólo son tan seguras como las capas inferiores lo son. De esta manera, si la cadena de bloques de la capa de una función se ve comprometida, todas las capas de funciones que se apoyan en ésta dejarían de ser seguras<sup>139</sup>.

Una cuestión clave para el futuro de los desarrollos DeFi es si la tecnología puede eliminar potencialmente o al menos mejorar los riesgos inherentes a los sistemas centralizados de las finanzas tradicionales. Los desarrollos DeFi se enfrentan con otros dos tipos de riesgos cibernéticos. En primer lugar, el número de puntos de acceso a la red se multiplica y cada punto de acceso supone un ciber riesgo que hay que gestionar. Además, muchos servidores están conectados, y de esta conectividad pueden surgir nuevas fuentes de vulnerabilidad potencial. Dado que DeFi se construye esencialmente sobre código, y combina un conjunto de aplicaciones, la base de software ofrece a los atacantes una mayor “superficie de ataque” que en el caso de las finanzas tradicionales. Los agentes maliciosos pueden explotar esta mayor superficie para tratar de vulnerar el sistema<sup>140</sup>. De hecho, en paralelo al crecimiento de las inversiones en DeFi, las tasas de incidentes y *hacks* relacionados con esta actividad han estado aumentando<sup>141</sup>. En muchos casos estos incidentes fueron debidos a la explotación de las vulnerabilidades de los *contratos inteligentes*, como los *re-entrancy bugs*, pero también de vulnerabilidades relacionadas con los *oracles*. Los *oracles* son vulnerables a riesgos tecnológicos, ya que pueden ser atacados tanto en los programas informáticos del propio sistema de importación de datos, pero también en las inserciones con los sistemas de proveedores de datos<sup>142</sup>.

Los casos de vulnerabilidades en los protocolos DeFi se van multiplicando<sup>143</sup>. En el gráfico 13 se ofrecen algunos ejemplos de incidentes.

---

<sup>139</sup> Véase Schär (2021).

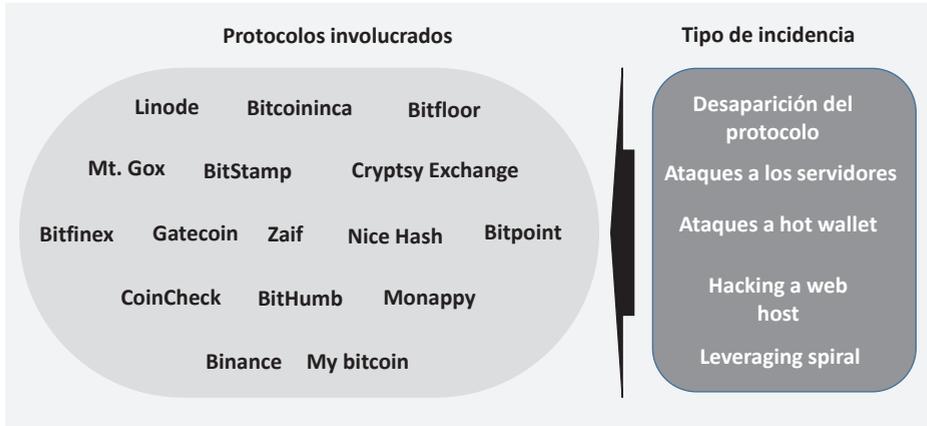
<sup>140</sup> Véase Prasad (2021).

<sup>141</sup> Véase Caldarelli y Ellul (2021).

<sup>142</sup> Véase Prasad (2021).

<sup>143</sup> Para una descripción de casos de vulnerabilidad véase Selfkey (2020) y Casino *et al.* (2019).

**Gráfico 13. Algunos incidentes en protocolos DeFi**



Fuente: elaboración propia.

## 8.5. ASPECTOS ESG EN DeFi

Finalmente, existe para la tecnología blockchain un reto vinculado a los aspectos de ESG (medioambientales, sociales y de buen gobierno). Por una parte, un aspecto muy visible del uso de blockchain ha sido, en un primer momento de su desarrollo, las plataformas de criptomonedas, algunas de las cuales han sido un medio de intercambio favorito en actividades delictivas, lo que ha contaminado la reputación de la tecnología subyacente.

Por otra parte, se ha asociado esta tecnología con bitcoin y, en consecuencia, con un fuerte consumo de energía necesario para los procesos de verificación. Cuando son precisos algoritmos de consenso que implican que los *nodos* deben resolver cálculos matemáticos, mediante una elevada aportación de capacidad de computación, el uso energético dista de ser eficiente<sup>144</sup>. Además, los costes de almacenamiento son elevados<sup>145</sup>. Más recientemente, el número de usuarios necesarios para aprobar las transacciones se ha reducido significativamente gracias al uso de nuevos tipos de aplicaciones. Además, están comenzando a utilizarse energías limpias para el

<sup>144</sup> Véase Iredale (2021).

<sup>145</sup> Véase Osmani *et al.* (2020).

minado (por ejemplo, paneles fotovoltaicos y geotermia). Y, en otro orden de cosas, se está utilizando tecnología DLT en la construcción de sistemas de certificación sobre ESG. Y lo que posiblemente es más relevante, comienza a recurrirse a esta tecnología para ayudar a las empresas energéticas a gestionar mejor su red<sup>146</sup>.

Finalmente, en algunos protocolos DeFi se ha puesto de manifiesto problemas de gobernanza asociados a la existencia de conflictos de interés entre las actividades de trading para mantener el valor de determinadas criptoactivos y las funciones de préstamo y depósito de las mismas.

---

<sup>146</sup> Véase Szalay (2021b).



## 9. ¿CUÁLES SON LOS RIESGOS ASOCIADOS A LOS DESARROLLOS DeFi?

El fenómeno DeFi se ha presentado como una fuente de mayor accesibilidad e inclusión financiera para los clientes, así como un entorno en el que se promueve la innovación. Un ámbito en el que los proveedores de servicios financieros pueden ganar en flexibilidad y en eficiencia. Existen evidentes oportunidades derivadas del desarrollo de las *finanzas descentralizadas* que pueden ser abordadas por nuevos operadores de la industria, pero también por entidades financieras incumbentes y por otros operadores hoy vinculados a la industria.

Al mismo tiempo, sin embargo, el desarrollo DeFi puede implicar un desafío formidable para las entidades. Así, los intermediarios centralizados pueden perder cuota de mercado en sus negocios tradicionales por la irrupción de las plataformas DeFi. Además, pueden tener dificultades para adoptar tecnologías DLT desde dentro de sus organizaciones, poniéndose de relieve además posibles problemas de compatibilidad y coordinación entre modelos centralizados y descentralizados. Finalmente, pueden ver comprometido el acceso a nuevos modelos de negocio si no cuentan con una visión estratégica correcta en este nuevo ámbito.

Por otra parte, los nuevos operadores DeFi que contemplan este fenómeno como una gran oportunidad para penetrar en la industria también asumen riesgos que están vinculados a la notable incertidumbre en relación, esencialmente, con cinco cuestiones:

- 1) En qué medida determinadas *licencias de actividad*, habitualmente concedidas por los bancos centrales y por los supervisores de mercado, son requeridas para operar y como ello compromete su penetración en el mercado.
- 2) Hasta qué punto regulaciones financieras orientadas a la protección del consumidor son aplicables en las actividades planteadas. Por ejemplo, la normativa MIFID trata de discriminar si un inversor puede considerarse o no cualificado. Esta normativa también determina cómo deben cumplirse los requisitos de mejor ejecución, así como los tests de idoneidad y conveniencia. También respecto de otras normativas como las que afectan a los criterios de conocimiento de los clientes (*Know Your Customer o KYC*) y de blanqueo de capitales, (*anti-money laundering o AML*)<sup>147</sup>. En el siguiente epígrafe se comenta la iniciativa europea sobre el nuevo marco regulatorio MiCA (*Market in Crypto-assets*).
- 3) En qué casos son aplicables otras normas que ya obligan a las entidades que operan en un entorno centralizado. Por ejemplo, la regulación de Basilea III en cuanto a los requerimientos mínimos de capital y los coeficientes de cobertura de liquidez que deben cumplir entidades financieras como bancos y compañías de seguros.
- 4) En qué casos existe la obligatoriedad de proporcionar a los consumidores la opción de acogerse a normativas de protección en los mercados (políticas *opt-in*), así como la necesidad de enviar determinados *warnings* a los consumidores, etc.
- 5) Cuáles son las obligaciones de información en materia fiscal que las compañías del ámbito DeFi deben proporcionar a los propios inversores y a las autoridades tributarias y quienes son, dentro de un entorno descentralizado, las entidades obligadas a suministrar dicha información.

Además, existen riesgos severos derivados del coste del despliegue tecnológico en un escenario en el que existe incertidumbre sobre el período de vida útil de la tecnología implementada y, también, sobre el grado de vulnerabilidad ante ciber-ataques. Véase gráfico 14.

Por su parte, clientes y consumidores pueden ver aumentada significa-

---

<sup>147</sup> Véase Smith (2021).

tivamente la oferta de productos y servicios disponibles gracias a las tecnologías DLT pero, al mismo tiempo, se enfrentan a múltiples riesgos incluyendo ciber riesgos, posibles fraudes, abuso de mercado, manipulación de precios y falta de protección.

Desde la perspectiva de la protección al inversor minorista, la insuficiente regulación en relación con la actividad DeFi constituye una fuente de desinformación y publicidad inapropiada. Los riesgos de contrapartida y apalancamiento asumidos en la inversión en plataformas DeFi son difíciles de entender para los ahorradores y la transparencia real no siempre responde a los principios que predica el universo DeFi. Además, la comprensión de los riesgos implicados en algunos productos comercializados en protocolos DeFi exige de conocimientos técnicos que no todos los inversores tienen, generándose en la práctica situaciones de falta de idoneidad y conveniencia<sup>148</sup>.

En relación con los ciber riesgos, la naturaleza descentralizada de DeFi y su estado todavía emergente propicia una fuerte actividad de *hacking*. Los ataques para intentar robar “llaves privadas” de los *wallets* ha sido una constante en la industria desde su nacimiento. Otro objetivo tradicional de los ataques cibernéticos a las entidades DeFi es el control de un protocolo obteniendo *tokens de gobernanza* de forma fraudulenta. Una forma de hacerlo es hackeando la actividad de *airdropping*, una estrategia de marketing que consiste en enviar monedas o *tokens* a las direcciones de los monederos para dar a conocer una nueva moneda virtual. Mediante una técnica conocida como “Sybil attack” individuos con información suficiente sobre una estrategia de marketing específica de un protocolo puede generar múltiples direcciones pseudoanónimas para lograr suficiente concentración de *tokens de gobernanza*, de forma que consiguen cierta influencia en el sistema. Otro tipo de ataque tradicional es el *hacking* para conseguir acceso a las *administrative keys* de un sistema. Estas llaves se utilizan para permitir el mantenimiento del código, pero utilizadas fraudulentamente ofrecen la posibilidad de deshabilitar o alterar de forma unilateral los *smart contracts*.

---

<sup>148</sup> Véase IOSCO (2022b).

**Gráfico 14: Riesgos del desarrollo DeFi para las entidades**

Sujetos	Tipo de riesgos
Entidades No DeFi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida de cuotas de mercado en los negocios tradicionales</li> <li>• Dificultad para acceder a nuevos modelos de negocio</li> <li>• Dificultad para adoptar las nuevas tecnologías DLT</li> <li>• Problemas de compatibilidad entre modelos centralizados y descentralizados</li> </ul>
Entidades DeFi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incertidumbre sobre la aplicabilidad de normas financieras</li> <li>• Desconocimiento de <i>best-practice</i> en la industria.</li> <li>• Incertidumbre sobre la madurez y la vida útil esperada de las tecnologías desplegadas en un escenario de rápida evolución.</li> <li>• Riesgos de vulnerabilidad de las plataformas basadas en modelos lego.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, los programas informáticos requieren ser actualizados o sustituidos en algún momento, y un aspecto vital para su sostenibilidad es la capacidad de adaptarse eficaz y rápidamente a estos cambios. Pero la actualización de los programas es un hito relevante en términos de su vulnerabilidad. La actualización de software está en el centro del ciclo de vida de cualquier sistema, y los sistemas de cadena de bloques no son una excepción. Las actualizaciones de software pueden ser consecuencia de la necesidad de incorporar nuevas funcionalidades, corregir errores, solucionar agujeros de seguridad, optimizar la ejecución, etc. En el caso de los sistemas de cadena de bloques, una fuente típica de cambio son las mejoras en el nivel del protocolo de consenso, para mejorar su seguridad ante ataques, optimizar el rendimiento de las transacciones, o el coste de su almacenamiento. Las actualizaciones pueden implicar cambios en parámetros específicos como, por ejemplo, en el tamaño máximo del bloque, o el tamaño máximo de la transacción, en las reglas de validación, etc.

Por otra parte, se ha afirmado, por ejemplo, que las bolsas de criptoactivos centralizadas son “como patos sentados” ya que, si agentes maliciosos atacan, su capacidad de penetrar en la plataforma de intercambio proporciona un acceso ilimitado a los activos de los clientes si éstos se almacenan en *hot wallets*, que se conectan a la plataforma a través de Internet. El riesgo de ataques se reduce mediante el uso de *cold wallets*, que requieren una clave privada necesaria para acceder al criptoactivo almacenado en un monedero que no está en línea en el proceso de transferencia, sin em-

bargo, ello implica costes en tiempo de ejecución y riesgo de acceso a los monederos fríos<sup>149</sup>.

Un caso específico de preocupación es el uso de los *flash loans*. Este tipo de préstamo, sin colateralización, suele estar vinculado a la ejecución de estrategias de arbitraje, pero en algunas ocasiones son utilizados como una forma de apalancamiento rápido para poder explotar vulnerabilidades del sistema, como por ejemplo un código de error en un *smart contract* o para desarrollar comportamientos de manipulación de mercado, generando desequilibrios que ofrecen a su vez oportunidades de arbitraje<sup>150</sup>.

Además, el usuario medio está expuesto a riesgos de manipulación ya que no podrá leer el código del contrato, y mucho menos evaluar su seguridad. Se argumenta que los protocolos DeFi son como cajas negras<sup>151</sup>. Aunque la existencia de auditorías y servicios de seguridad de verificación formal son soluciones parciales a este problema, sigue existiendo cierto grado de incertidumbre. Un escenario en el que tienen que combinarse múltiples aplicaciones es más vulnerable a los errores de software. Además, los usuarios que no comprenden plenamente el riesgo tecnológico serán más vulnerables. Las personas que carecen de la experiencia necesaria para evaluar el nivel de seguridad que rodea a una aplicación de blockchain serán más propensas a sufrir pérdidas financieras<sup>152</sup>. En este sentido, existe un compromiso (*trade-off*) inherente entre la facilidad de uso y la seguridad también en el entorno DeFi, y se da el caso que algunas aplicaciones descentralizadas de blockchain solicitan a los usuarios permisos demasiado amplios. Una circunstancia que puede llegar a poner en riesgo sus fondos<sup>153</sup>.

Una de las principales preocupaciones de los activos *tokenizados* es el riesgo del emisor. En relación con la actividad de ICO, los proyectos subyacentes se caracterizan por una fuerte asimetría de información y opacidad. Este mercado está lejos de ser transparente, lo que aumenta el riesgo de fraude y manipulación<sup>154</sup>. En el caso de la emisión de *tokens* digitales que incluyen una *promesa*, por ejemplo, el pago de intereses, dividendos o la entrega de

---

<sup>149</sup> Véase Jonhson (2021).

<sup>150</sup> Véase Iosco (2022a).

<sup>151</sup> Véase Euromoney (2021).

<sup>152</sup> Véase Manski (2017).

<sup>153</sup> Véase Schär (2021).

<sup>154</sup> Véase Adhami *et al.* (2018).

un bien o servicio, su valor dependerá de la credibilidad y solvencia de la contraparte y, por tanto, el riesgo de contrapartida está presente. Si el emisor no quiere o no puede cumplir lo prometido, el *token* puede perder su valor o negociarse con un importante descuento. Hay tres modelos respecto del respaldo para los *tokens* vendidos que incluyen cláusulas de incentivo de promesas: (i) garantías fuera de la cadena (*off-chain collateral*); (ii) garantías dentro de la cadena (*on-chain collateral*); y (iii) también hay *tokens* que no tienen garantías (sin *collateral*). Pero incluso cuando existen garantías puede ser difícil asegurar que éstas no sean ficticias. Los riesgos de contraparte pueden proceder de situaciones de insolvencia, pero también de comportamientos fraudulentos. Y pueden darse comportamientos de abuso de mercado relacionados con la manipulación de precios en el mercado de *tokens*, como por ejemplo por acciones de *front-running*, como las que tienen lugar en el mundo CeFi. Véase gráfico 15.

Otra de las preocupaciones asociadas a la posible falta de protección de los inversores tiene que ver con la facilidad para organizar esquemas de Ponzi a través del lanzamiento de protocolos, dada la facilidad de salida posterior y la dificultad en muchos casos de trazabilidad de las operaciones, lo que limita el recurso posterior de los inversores.

**Gráfico 15: Riesgos del desarrollo DeFi para los usuarios**

Sujetos	Tipo de riesgos
<p>Usuarios (inversores y clientes)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riesgos de contraparte: comportamientos fraudulentos, garantías artificiales, esquemas de Ponzi, etc.</li> <li>• Situaciones de abuso de mercado: manipulación de precios, <i>front-running</i>, situaciones de esquina, etc.</li> <li>• Falta de transparencia ante protocolos y algoritmos <i>black-box</i>.</li> <li>• Dificultad para la protección legal en ausencia de regulación específica</li> <li>• Riesgos de ciber-ataques y de delegación excesiva de control financiero.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

Finalmente, la multiplicidad de roles que desempeñan las plataformas de negociación de criptoactivos constituye también una fuente de preocupación. Estas plataformas no operan como las bolsas convencionales, que simplemente proporcionan instrumentos electrónicos para que com-

pradores y vendedores ejecuten transacciones de acuerdo con una norma pre-establecida respecto de la forma en que se casan las operaciones. Las *crypto trading platforms* proporcionan además de un espacio electrónico de contratación, servicios de custodia, mantienen los fondos de los clientes, actúan como contrapartida en las transacciones y, más recientemente, han comenzado a prestar y tomar prestado. Este papel multifacético preocupa a los supervisores, ya que resulta más difícil de garantizar que se ofrece a los clientes precios que estén en consonancia con el criterio de *mejor ejecución* y que se eviten comportamientos de *frontrunning*<sup>155</sup>. De hecho, el riesgo de *frontrunning* es particularmente destacable<sup>156</sup>. En este sentido, se ha afirmado que las plataformas de negociación de criptoactivos esconden el pequeño secreto de que operan enmascaradas como bolsas, cuando en realidad actúan como *brokers*<sup>157</sup>.

---

<sup>155</sup> En el *frontrunning*, los operadores hacen uso de información no pública relativa a los flujos de órdenes de clientes o transacciones pendientes, para maximizar los beneficios antes de que se pueda confirmar una transacción.

<sup>156</sup> Véase Rao (2021).

<sup>157</sup> Véase Szalay (2021c).



## 10. ¿CUÁLES SON LOS RETOS DEL REGULADOR ANTE DeFi?

En el contexto descrito anteriormente, parece claro que los *policy-makers* y los reguladores de los mercados bancarios, de valores y de la industria del seguro, pero también las autoridades fiscales, tienen por delante un reto importante para dar respuesta a las nuevas cuestiones que surgen de los desarrollos DeFi. A medida que DeFi implique una canibalización de una parte más relevante de la actividad financiera a través de plataformas de blockchain no reguladas, la supervisión pública puede ser cada vez más difícil. Y, desde luego, más complicada que en el caso de empresas con una ubicación física y un consejo de administración fácilmente identificable<sup>158</sup>.

Los responsables políticos se enfrentan a nuevos retos a la hora de diseñar marcos normativos capaces de hacer frente a los actores económicos del siglo XXI y a un escenario en cambio acelerado. Como ocurrió con la emergencia de Internet como red global y descentralizada, los Estados tendrán que comprender las nuevas reglas de intercambio para regular las *finanzas descentralizadas*.

DeFi representa un desafío para los reguladores respecto de los tres objetivos fundamentales de la regulación financiera: (i) preservar la estabilidad del sistema; (ii) proteger a inversores y consumidores; y (iii) prevenir crímenes financieros. Dada la naturaleza autónoma de los protocolos DeFi resulta más complicado para las autoridades paralizar la actividad si se detectan problemas. Además, la naturaleza global de los sistemas basados en blockchain dificulta la identificación de la jurisdicción competente. Y, final-

---

<sup>158</sup> Véase Manski (2017).

mente, la naturaleza de no necesidad de permisos de acceso obstaculiza un enfoque de ejecución de instrucciones basada en un mecanismo de “guardianes” (*gatekeepers*)<sup>159</sup>.

En el caso de los desarrollos DeFi, la regulación aparentemente será más complicada que lo ocurrido con Internet, ya que en este caso se optó por una regulación indirecta de los distintos intermediarios y operadores que realmente dirigen la red. Además, esta tarea se ha visto facilitada por la creciente concentración y centralización de los servicios de Internet en los últimos años. A diferencia de las corporaciones y organizaciones tradicionales, en DeFi las organizaciones autónomas descentralizadas DAOs pueden no ser propiedad ni estar controladas por ninguna compañía, agencia gubernamental, ni por ninguna persona individual; sin embargo, pueden interactuar con el público de manera que puede dar lugar a derechos y obligaciones específicos y tener un efecto significativo sobre terceras partes. Por lo tanto, el despliegue generalizado de *contratos inteligentes* y criptoactivos planteará una serie de importantes desafíos al marco legal actual y a la regulación de las *finanzas descentralizadas*<sup>160</sup>.

La naturaleza de la cadena de bloques y los *contratos inteligentes* está obligando a los reguladores financieros a revisar las normas existentes y a evaluar su pertinencia en el mundo de las finanzas abiertas y las infraestructuras de mercados financieros distribuidos. En algunos casos, será necesario establecer nuevas normas y políticas para hacer frente a los riesgos únicos creados por la DeFi, porque en caso contrario se podría socavar la capacidad de los reguladores financieros para supervisar las transacciones financieras actualmente reguladas<sup>161</sup>. Las estrategias reguladoras y de supervisión deben estar orientadas tanto a proteger a inversores y a consumidores de servicios financieros descentralizados, como también a asegurar a las entidades DeFi que pueden desarrollarse en un ámbito seguro, en el que se cumplan los principios de competencia y de concurrencia justa.

Por una parte, durante mucho tiempo los economistas han venido analizando en qué medida el comercio centralizado genera beneficios económicos en términos de la eficiencia en la determinación de los precios, su exactitud y la liquidez generada, y cómo la mejora en el proceso de *price*

---

<sup>159</sup> Véase Takanashi (2020).

<sup>160</sup> Véase Wright y De Filippi (2015).

<sup>161</sup> Véase Padilla (2020).

*discovery* permite reducir el diferencial (*spread*) entre la oferta y demanda y disminuye los costes de las transacciones. Con la emergencia de DeFi es preciso reevaluar si las nuevas tecnologías permiten mejoras de eficiencia en un entorno descentralizado.

Por otra parte, muchos jugadores en el entorno DeFi están cautivados por las aplicaciones de estas tecnologías en desarrollo, pero gobiernos, reguladores y responsables políticos parecen actualmente menos optimistas sobre en qué medida las aportaciones positivas de estas tecnologías compensan los riesgos de su utilización con fines ilícitos. Una preocupación obvia en relación con el desarrollo DeFi es que el usuario medio no está protegido por la burocracia centralizada encargada de mantener el orden en las finanzas centralizadas. La economía descentralizada carece actualmente de muchas de las instituciones que ofrecen garantías en el mundo financiero tradicional<sup>162</sup>. Un ejemplo se refiere a la gobernanza de los protocolos, que puede estar comprometida por comportamientos de adquisición fraudulenta de *governance tokens* para poder manipular su funcionamiento.

Mientras los entusiastas del fenómeno DeFi consideran que sus desarrollos ofrecen estructuras de gobernanza que apoyan la “democratización” de las finanzas, algunos incumbentes, resaltan que estas estructuras pueden ser consideradas como la fuente de una peligrosa “anarquía”<sup>163</sup>. Es cierto que el desarrollo de DeFi puede implicar una mayor inclusión financiera, pero además estas tecnologías pueden contribuir a eliminar las fronteras, la jurisdicción y la necesidad de un control centralizado que incluya a los gobiernos. Las *finanzas descentralizadas* no están vinculadas a lugares geográficos ni a monedas fiduciarias. Intrínsecamente no tienen fronteras y, por tanto, permiten la financiación y la transferencia de valor de forma independiente de las jurisdicciones. Su actividad en principio no depende de ningún banco central o gobierno específico<sup>164</sup>. En este contexto, la expansión del fenómeno DeFi podría llegar a representar un desafío directo a los sistemas estatales, debilitando el papel del Estado como creador y ejecutor de normas<sup>165</sup>. En su expresión más extrema “el código es la ley” y la tecnología sustituye a los sistemas jurídicos estatales. Pero incluso en escenarios menos radicales, en las que los operadores del sistema conservan

---

<sup>162</sup> Véase Calcaterra y Kaal (2021).

<sup>163</sup> Véase Zetzsche *et al.* (2020).

<sup>164</sup> Véase Ammous (2018).

<sup>165</sup> Y, en el caso de la Unión Europea, al sistema de gobierno supranacional acordado.

cierto control, DeFi implica importantes retos para los sistemas jurídicos tradicionales basados en la geografía y en el Estado-nación<sup>166</sup>.

Por otra parte, existe una diferencia sustancial entre los desarrollos DeFi y el universo tradicional de finanzas centralizadas. En el ámbito CeFi, se identifica la entidad con más probabilidades de ser sancionada y considerada responsable, en caso de incumplimientos de las normas. Esta entidad integra los servicios e internaliza todos los riesgos de la cadena de valor de los servicios financieros que presta. En el contexto DeFi, una entidad supervisada puede tener dificultades para hacer cumplir sus requisitos de supervisión frente a múltiples participantes de la red dispersos por todo el mundo y sujetos a normas, criterios éticos y mecanismos de formación de reputación totalmente diferentes. En la medida que numerosos proveedores contribuyen al producto final, el coste de identificación del origen del incumplimiento aumenta. El riesgo de deserción del cumplimiento también aumenta con el número de partes implicadas y cuanto menor sea la dimensión de los participantes, menor es el incentivo para cumplir la ley, los reglamentos y las disposiciones contractuales. Por tanto, la probabilidad de desviarse del interés general es mayor. Además, en un mundo transfronterizo, los costes de cumplir sólo las normas propias son menores que los derivados de cumplir con todas las obligaciones del conjunto de las jurisdicciones implicadas y, en este sentido, cabe recordar que DeFi se desarrolla habitualmente en un entorno multijurisdiccional.

Resulta difícil adaptar la regulación financiera que opera en el sistema de finanzas tradicionales al mundo DeFi porque la primera ha sido diseñada en torno a los intermediarios financieros. La forma de reconciliar la aplicación de la regulación tradicional es “re-centralizar” la red en la que opera DeFi, pero ello va en contra de la propia filosofía de las finanzas descentralizadas<sup>167</sup>.

En otro orden de cosas, las limitaciones existentes en la regulación financiera en un mundo en que crece el universo DeFi pueden implicar la desprotección de los clientes frente a determinados riesgos empresariales y el incumplimiento de normas financieras firmemente consolidadas en los mercados. Los casos de apalancamiento excesivo no reconocido, la desinformación sobre los riesgos de contrapartida y sobre los riesgos de

---

<sup>166</sup> Véase Flood y Robb (2017).

<sup>167</sup> Véase OECD (2022).

mercado y el riesgo de *front-running* en contra de los criterios de mejor ejecución son algunos ejemplos de desprotección de los usuarios de protocolos DeFi.

Además, mientras el tamaño de la actividad DeFi sea relativamente pequeña, los fallos en la gestión pueden ser limitados, pero a medida que su dimensión vaya creciendo puede producirse un riesgo sistémico<sup>168</sup>. En este sentido, cabe esperar que resultase más difícil de organizar un apoyo significativo técnico o financiero para una red descentralizada que para un sistema concentrado. Lo que en presencia de riesgos sistémicos dificultaría la acción de las autoridades de los mercados<sup>169</sup>. Véase gráfico 16.

**Gráfico 16: Principales desafíos de los reguladores y supervisores ante los desarrollos DeFi**

Sujetos	Tipo de riesgos
Reguladores y supervisores de los mercados financieros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor dificultad para monitorizar la actividad y los riesgos de sobre-apalancamiento.</li> <li>• Mayor dificultad para detectar situaciones de incumplimiento.</li> <li>• Menor experiencia en la detección de burbujas.</li> <li>• Incertidumbre sobre competencias jurisdiccionales.</li> <li>• Dificultad en la asignación de entidad responsable.</li> <li>• Mayor dificultad para organizar planes de rescate ante crisis sistémicas</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

Por ese motivo se ha argumentado que una nueva regulación o una adaptación de la regulación financiera existente parece necesaria. En ocasiones, ocurre que las disposiciones legales en vigor resultan insuficientes para hacer frente a un contexto social, cultural o comercial modificado por los rápidos avances en la tecnología de la información y la comunicación. Es lo que se conoce como *desfase normativo (law lag)*. Y este puede ser el caso de las implicaciones del desarrollo de aplicaciones basadas en la tecnología DLT. Un objetivo básico de la regulación es crear incentivos apropiados para obtener el comportamiento deseado de los agentes del mercado, con el fin de

<sup>168</sup> Véase Johnson (2021).

<sup>169</sup> Incluyendo ayudas de liquidez de emergencia, facilidades de “prestamista de última instancia”, sistemas de garantía de depósitos o sistemas especiales de resolución.

hacer frente a las *externalidades negativas* que, de otro modo, se producirían en el proceso natural de maximización de los intereses privados.

En este escenario, un dilema siempre presente de los reguladores es si debe ofrecerse el incentivo *ex ante* o *ex post* de que se realice la actividad en cuestión<sup>170</sup>. Este dilema se produce porque una regulación financiera completa *ex ante*, en la que los reguladores intentan prevenir todos los posibles fraudes y fallos es un objetivo inútil. E incluso, si fuera factible, no sería necesariamente deseable, ya que podría incentivar el arbitraje regulatorio al tiempo que frenara la innovación y el desarrollo económico<sup>171</sup>. Por ello se están proponiendo esquemas en materia de regulación que van desde intentar aplicar, más o menos con calzador, la legislación ya existente a la nueva realidad DeFi a una combinación de autorregulación de la industria con nuevas normas específicas creadas *ad-hoc* para la nueva realidad a la que da lugar el uso de tecnología DLT en las finanzas.

Basándose en la experiencia histórica, algunos autores consideran poco probable que el enfoque de autorregulación resuelva suficientemente los fallos del mercado que, en última instancia, permitirán usos ilícitos y fraudulentos de las tecnologías descentralizadas. En consecuencia, se están proponiendo diversos niveles de regulación<sup>172</sup>. Algunos analistas consideran que, con el tiempo, se necesitarán marcos reguladores actualizados que incluyan el fenómeno DeFi, y estos desarrollos deberían perseguir un equilibrio razonable en la relación innovación-riesgo<sup>173</sup>. Algunos de los criterios propuestos para evaluar si determinadas nuevas medidas regulatorias permiten cubrir las lagunas de la regulación actual son las siguientes<sup>174</sup>:

- a) Minimizar el riesgo de incumplimiento del conjunto de normas financieras existentes (incluyendo las que aplican al lavado de dinero y a la financiación del terrorismo);
- b) Minimizar el riesgo de uso ilícito;
- c) Minimizar problemas de mal funcionamiento;
- d) Minimizar el riesgo de seguridad de los datos;

---

<sup>170</sup> Véase Wittman (1977).

<sup>171</sup> Véase Schwarcz (2011).

<sup>172</sup> Véase Reyes (2016).

<sup>173</sup> Por ejemplo, véase Prasad (2021).

<sup>174</sup> Véase Reyes (2016).

- e) Minimizar el riesgo sistémico;
- f) Promover la innovación y la adaptabilidad; y
- g) Maximizar la viabilidad política de las normas propuestas.

Pero el “problema regulatorio” que implica DeFi no sólo tiene que ver con la diversidad de circunstancias que las nuevas actividades apoyadas en el despliegue de la tecnología DLT pueden generar. Se trata también de una cuestión de enfoque. Así, se ha indicado que, dado que la actual regulación para un entorno centralizado se centra en los actores, en un nuevo ecosistema descentralizado simplemente no podrá cumplir sus objetivos con igual eficiencia. Desde esta perspectiva, se argumenta que las leyes actuales van a estar progresivamente sometidas a estrés conforme el nivel de descentralización del ecosistema aumente como, por otra parte, cabe esperar que ocurra, aunque de forma gradual.

Adicionalmente, está la cuestión del impacto que las tecnologías distribuidas pueden tener en el propio ejercicio regulatorio. En este sentido, se ha analizado en qué medida, aprovechando los *contratos inteligentes* y otras características de las tecnologías DLT, se podría “escribir la regulación en el propio código”. Se trata de un enfoque funcional de la regulación, de acuerdo con el cual aplicando un mecanismo formal de consenso descentralizado se podría actualizar la regulación y reflejar los cambios de protocolo en el software en tiempo real. Este enfoque estaría orientado a permitir que el cambio normativo se ajustase al ritmo de los cambios tecnológicos, reduciendo así el retraso legal de adaptación.

Un caso específico que está ya levantando cierta preocupación entre los supervisores, ante la emergencia del fenómeno de los ICOs, se refiere al cumplimiento de las normas aplicables a los mercados primarios de capitales. Las normas de divulgación obligatoria de información, que impone la normativa de los mercados de capitales tradicionales, reducen las ventajas informativas inherentes o las *asimetrías de información* entre emisores e inversores. En ausencia de normas de obligatoriedad de divulgación, los inversores tienen un acceso limitado a información material necesaria para adoptar decisiones razonables, al tiempo que no puede garantizarse que los agentes con información no-pública acerca de los emisores (básicamente el consejo de administración y los ejecutivos) se comprometan a dar suficiente publicidad de ésta. Así, las normas de *mandatory disclosure* neutralizan los incentivos de los *insiders* a realizar una representación incorrecta

de información material sobre el emisor. Estas normas, que han venido a sustituir un enfoque de *caveat emptor* o de autoregulación por parte de los emisores cuando acceden al mercado, se basan en la consideración de que permiten a las autoridades evaluar objetivamente el cumplimiento de esta acción por parte de los emisores, creando un punto de partida para que los inversores puedan realizar una evaluación correcta de los méritos de la inversión planteada. Del mismo modo, la existencia de la norma proporciona un enfoque en las demandas por fraude de valores. Estas obligaciones, que aplican en el universo CeFi, están descritas en la Directiva de los Folletos de Emisión<sup>175</sup>, y la cuestión es cómo aplican a los documentos denominados *white papers* propios del mundo DeFi. Pero, aunque el emisor es el principal responsable de garantizar la divulgación adecuada de la información relevante, es habitual además que una o varias instituciones financieras actúan como intermediarios en las transacciones del mercado primario y CeFi, en cierta forma, están también comprometidos en el proceso. Desde esta perspectiva, la participación de las entidades financieras contribuye a la transparencia de las transacciones. De hecho, existe la convicción de que estos intermediarios, incluso en los casos en los que no hay aseguramientos (*underwriting*) asumen riesgos relevantes. La cuestión es si ocurre lo mismo en el caso de los lanzamientos de protocolos del mundo DeFi.

En el escenario de las ofertas públicas de *tokens* se ha analizado el posible problema de *moral hazard* por parte de los emisores, vinculado a una *señalización sesgada* (*biased signalling*) respecto de la calidad de las empresas/proyectos ofrecidos, en un escenario de *información asimétrica* en que los pequeños inversores no pueden observar la verosimilitud de tales señales (*signals*). Dado que actualmente no existen instituciones que verifiquen las señales *ex ante*, ni que castiguen las señales *ex post*, una vez que se detecta el sesgo, si los inversores se sienten atraídos por las empresas con las señales más positivas y no identifican las sesgadas, las empresas que no envían señales sesgadas pueden experimentar una desventaja competitiva. Esto crea efectivamente un *riesgo moral* en la señalización<sup>176</sup>. En este contexto, desde la perspectiva de la difusión pública de información se ha propuesto, en relación con los ICOs, que se detalle qué información específica debe ser revelada, el calendario de su divulgación, el proceso de notificación a las

---

<sup>175</sup> Con especial atención al capítulo de los Factores de Riesgo.

<sup>176</sup> Véase Momtaz (2021).

contrapartes; así como una descripción de cómo se mide el riesgo jurisdiccional, cómo afectan la metodología y las normas de contabilidad, etc.

La normativa de los mercados de valores también alcanza a la negociación de valores en los mercados secundarios, que en el caso de los mercados tradicionales se produce con el concurso de intermediarios financieros. Estas medidas reguladoras tienen por objeto garantizar una negociación justa, ordenada y eficiente en los mercados secundarios y determinan la forma de registro, la supervisión y la vigilancia de los intermediarios que ejecutan las transacciones diarias (*brokers* y *dealers*) y de las organizaciones que facilitan la negociación (cámaras de compensación y bolsas). Además, estas organizaciones en cierta forma también actúan como guardianes de la aplicación del paradigma de la divulgación obligatoria de información.

Tanto lo que concierne a los mercados primarios como secundarios, el rápido desarrollo de un espectro diverso de actividades DeFi plantea a los reguladores un reto notable, ya que hasta la fecha éstos han creado para el universo CeFi marcos normativos caracterizados por la intervención basada en el tipo de producto financiero (clase de activos), el tipo de transacción (actividad financiera desarrollada), y la modalidad de participante en el mercado (instituciones involucradas). Como ya ha ocurrido en el ámbito de las finanzas tradicionales, en el contexto DeFi existe un punto óptimo de equilibrio para evitar un escenario normativo muy fragmentado y que pueda dar lugar a una regulación ineficaz. Se trata de huir de escenarios en los que la regulación puede ser muy estricta en unos casos y demasiado laxa en otros, lo que aumenta los riesgos de arbitraje utilizando las lagunas y las diferencias normativas.

En el terreno de la coordinación normativa internacional se ha propuesto como una posible alternativa óptima el concepto de equivalencia o pasaporte. En este sistema se reconoce la capacidad de supervisión en la jurisdicción de origen. Como ya se ha visto en su aplicación las finanzas CeFi, aunque el sistema es sencillo en teoría, su aplicación práctica es mucho más compleja. Salvo en el seno europeo, en la actual crisis del multilateralismo parece optimista esperar un cambio repentino del enfoque unilateral para la aplicación internacional del principio de equivalencia<sup>177</sup>. Por ejemplo, incluso las jurisdicciones favorables al cumplimiento sustitutivo o enfoque de equivalencia, cuando se trata de la prestación de servicios a clientes mi-

---

<sup>177</sup> Véase Zetzsche *et al.* (2020).

noristas muestran recelos y, en ocasiones, exigen condiciones adicionales para que las entidades con sede en otras jurisdicciones puedan operar. Por otra parte, la cooperación basada en Memorandos de Entendimiento no da lugar al mismo nivel de reducción de costes para las entidades supervisadas y conlleva altos costes para las autoridades más pequeñas, que necesitan mantener múltiples memorandos con múltiples autoridades sobre múltiples sectores y actividades en todo el mundo. En todo caso, se ha argumentado que los sistemas globales de DeFi podrían justificar la adopción de un marco de cooperación global entre reguladores, que podría basarse en el Memorando de Entendimiento Multilateral.

En otro orden de cosas, a la hora de abordar los riesgos tecnológicos parece que el desarrollo DeFi exigirá ampliar el ámbito de los incidentes cibernéticos internacionales que pueden surgir de la descentralización. Esto implicará que a las empresas financieras y tecnológicas no sólo deben evaluar las debilidades y los costes del sistema mediante pruebas de resistencia, sino también que aclaren la asignación de responsabilidades, lo que puede ser decisivo para reducir la incertidumbre en casos de crisis provocadas por ataques en el ciberespacio. En un contexto geográficamente descentralizado, estas pruebas de resistencia tienen que diseñarse y realizarse con un esfuerzo de colaboración entre varios reguladores<sup>178</sup>. El panorama utópico de blockchain sugiere que se construirá una mancomunidad tecnológica más igualitaria. Sin embargo, permanecen algunos retos no resueltos que incluyen desafíos técnicos, un entorno normativo todavía no adaptado, potenciales problemas de ciberseguridad y privacidad, desafíos para que la adopción de esta tecnología pueda generalizarse entre capas más amplias de usuarios, dificultad para la asignación de responsabilidades, etc.<sup>179</sup>.

Otra cuestión objeto de debate se refiere al impacto DeFi en el nivel de competencia del sistema. Para algunos analistas, la transparencia y la seguridad obtenidas a través de la consolidación de las plataformas de *finanzas descentralizadas* debería conducir a una mayor estabilidad del sistema financiero. En este sentido, los defensores de los desarrollos DeFi sugieren que el espíritu de código abierto de blockchain y la naturaleza pública de los *contratos inteligentes* aseguran que los defectos

---

<sup>178</sup> Véase Zetzsche *et al.* (2020).

<sup>179</sup> Véase Manski (2017).

e ineficiencias en un proyecto DeFi puedan ser más fácilmente identificados y “bifurcados” por los usuarios. De manera que éstos se ocuparán de copiar y mejorar los proyectos defectuosos. Desde esta perspectiva, en DeFi resultaría más natural diseñar protocolos que incentiven a las partes interesadas, de forma que se mantengan un adecuado equilibrio en términos de competencia<sup>180</sup>. En principio, por tanto, cabría esperar que la descentralización implicase un ecosistema de servicios financieros más diverso y competitivo, lo que podría además contribuir a reducir el peso de los centros financieros que actualmente operan como *hubs*. Sin embargo, también se ha señalado la posibilidad de que el resultado del desarrollo del fenómeno DeFi se traduzca en situaciones oligopolistas a largo plazo en la industria financiera, como ya ha ocurrido en el mundo Internet. En el mundo de la tecnología se han observado situaciones de *the winner takes all* básicamente como consecuencia de los *efectos externos de red*. La cuestión es si en el caso de una expansión de DeFi pueden provocarse fricciones en el mercado de los servicios financieros impidiendo que la ordenación privada conduzca a resultados socialmente óptimos en el sentido de que las fuerzas del mercado garanticen una competencia entre los proveedores de estos servicios. Un argumento que rechaza este riesgo es que DeFi es diferente porque está descentralizado, de forma que la infraestructura central no es propiedad ni está controlada por ningún participante. Pero, por otra parte, aunque es verdad que los datos son ahora más accesibles y transferibles que nunca, las grandes empresas tecnológicas tienen ventajas a la hora de aprovechar los nuevos derechos de transferencia de datos, en relación con los intermediarios tradicionales. En este contexto, se ha indicado que si las *big-tech* comenzaran a protagonizar los desarrollos DeFi, los resultados en términos de competencia podrían ser totalmente inesperados. La posibilidad de un escenario en el que este tipo de riesgos se materialice parece ciertamente todavía lejano, pero a pesar de esto se ha defendido que puede ser conveniente que los reguladores impongan requisitos de datos abiertos a las empresas con una posición potencialmente dominante, independientemente de si son instituciones financieras o empresas tecnológicas.

En este contexto, y como parte de los esfuerzos de la Comisión Europea por construir una *Unión de Mercados de Capitales* (UMC) y un verdadero

---

<sup>180</sup> Véase Harvey (2021).

mercado único de servicios financieros para los consumidores, la Comisión presentó en marzo de 2018 un *Plan de Acción Fintech* orientado a aprovechar las oportunidades que ofrece la innovación tecnológica en los servicios financieros y facilitar al sector financiero europeo el uso de los avances en las tecnologías de blockchain, inteligencia artificial y los servicios en la nube. Al mismo tiempo, el Plan de Acción se orientaba a hacer que los mercados fueran más seguros y de más fácil acceso para los nuevos actores, con objeto de beneficiar a los consumidores, a los inversores, a los bancos y a los nuevos agentes del mercado por igual.

En particular MiCA persigue cinco objetivos:

- a) Proporcionar seguridad jurídica a los criptoactivos no cubiertos por la legislación vigente de la UE en materia de servicios financieros, para los que actualmente existe una clara necesidad.
- b) Establecer normas uniformes para los proveedores de servicios de criptoactivos y los emisores a escala de la UE.
- c) Sustituir los marcos nacionales existentes aplicables a los criptoactivos no cubiertos por la legislación vigente de la UE en materia de servicios financieros.
- d) Establecer normas específicas para las denominadas *stablecoins*, incluso cuando se trata de dinero electrónico.
- e) Proporcionar una etiqueta paneuropea para las plataformas, de modo que una plataforma autorizada en un país pudiera operar en toda la UE.

Con el avance del universo de criptoactivos, en la mayoría de los Estados miembros, los proveedores de servicios sobre criptoactivos o CASPs (*crypto-asset service providers*) han estado desarrollando sus negocios sin cobertura de los regímenes regulatorios específicos, lo que está obligando a los reguladores nacionales a desarrollar marcos domésticos personalizados para regular estas empresas. La Comisión Europea llegó a la conclusión que estos diferentes marcos, regulaciones y definiciones tanto de los activos de criptomonedas como de sus proveedores de servicios estaban sofocando el desarrollo de estas empresas y su capacidad para escalar sus operaciones a nivel de la UE, debido a los altos costes, la complejidad legal y la incertidumbre regulatoria. Como resultado, en septiembre de 2020, la Comisión Europea (CE) propuso una regulación para la Unión sobre los

mercados de criptoactivos y sus proveedores de servicios. Este paquete normativo, con la denominación MiCA bajo el Paquete de Finanzas Digitales, está previsto entre en vigor en 2024 y tiene como objetivo mejorar la competitividad del sector, mitigar el riesgo, garantizar la estabilidad financiera de la economía europea y proteger a los usuarios e inversores en criptoactivos. Nótese que aquellos criptoactivos ya definidos como instrumentos financieros o dinero electrónico (*e-money*) en virtud de la Directiva sobre los mercados de instrumentos financieros (MiFID) y la Directiva sobre dinero electrónico (EMD) están fuera del alcance de la MiCA. De forma que MiCA regula los *tokens de utilidad*, que se emiten con fines no financieros para proporcionar acceso digital a una aplicación, servicios o recursos disponibles en redes DLT; los *tokens referenciados a activos* que tienen como objetivo mantener un valor estable al hacer referencia a varias monedas que son de curso legal, uno o varios productos básicos, uno o varios criptoactivos o una canasta de dichos activos y posteriormente actúan como un medio de pago para comprar bienes y servicios y como una reserva de valor; y los *tokens de dinero electrónico* o criptoactivos con un valor basado en una sola moneda fiduciaria que tiene como objetivo funcionar de manera similar al dinero electrónico (reemplazando a la moneda fiduciaria en los pagos).

Por lo que respecta a los sujetos de la regulación, el Grupo de Acción Financiera Internacional (GAFI) ya había introducido en 2019 determinadas regulaciones respecto de la posibilidad de realizar actividades fuera de las fronteras nacionales por parte de los proveedores de servicios virtuales que en su terminología denominan (VASPs) y que deben ser implementados por parte de los más de sus 200 miembros, que incluyen los Estados de la Unión Europea. Ahora la Comisión Europea ofrece una definición de CASPs similar pero más amplia, con objeto de dar cobertura a un mayor espectro institucional. Véase Tabla 2.

Está previsto que la regulación MiCA propuesta sea aplicable a cualquier CASP no europeo que busque comercializar a clientes de la UE. Entre los requisitos estará la necesidad de una entidad jurídica en un país de la UE y una licencia, pero existen otros requisitos potenciales, como licencias adicionales para lo que se considera funciones de asesoramiento, dependiendo del tipo de actividad realizada.

**Tabla 2: Funciones comparadas de los proveedores de servicios sobre criptoactivos**

Proveedores de servicios sobre criptoactivos (CASP) por parte de la Comisión Europea	Proveedores de servicios de activos virtuales (VASP) por parte del GAFI
<ul style="list-style-type: none"> <li>i. Custodia y administración de criptoactivos en nombre de terceros</li> <li>ii. Gestión de plataformas de negociación de criptoactivos</li> <li>iii. Intercambio de criptoactivos por moneda fiduciaria de curso legal</li> <li>iv. Intercambio de criptoactivos por otros criptoactivos</li> <li>v. Ejecución de órdenes de criptoactivos por cuenta de terceros</li> <li>vi. Colocación de criptoactivos</li> <li>vii. Recepción y transmisión de órdenes de criptoactivos en nombre de terceros</li> <li>viii. Asesoramiento sobre criptoactivos;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>i. Intercambio entre activos virtuales y monedas fiduciarias</li> <li>ii. Intercambio entre una o más formas de activos virtuales</li> <li>iii. Transferencia de activos virtuales</li> <li>iv. Custodia y/o administración de activos virtuales o instrumentos que permitan el control sobre los activos virtuales</li> <li>v. Participación y prestación de servicios financieros relacionados con la oferta y/o venta de un activo virtual por parte de un emisor.</li> </ul>

*Fuente: elaboración propia*

De particular interés son las normas MiCA sobre prohibiciones y requisitos para prevenir el abuso de mercado que involucra a los criptoactivos regulados, incluyendo comportamientos fraudulentos por operaciones realizadas con información privilegiada o sobre divulgación ilícita de información privilegiada y de manipulación del mercado. Por otra parte, la MiCA no aborda directamente los riesgos contra el blanqueo de capitales (*anti-money laundering*) y la financiación del terrorismo (*combating financing of terrorism*), sin embargo, la propuesta se ha diseñado para armonizar aún más la legislación de la UE con las 40 Recomendaciones del Grupo de Acción Financiera Internacional (GAFI) alineando su terminología y alcance de servicio hasta cierto punto.

Pero DeFi desborda el universo de los criptoactivos y el reto para los reguladores permanece en este ámbito.

## 11. CONCLUSIONES

DeFi se ha asociado a una forma experimental de práctica financiera, que reduce la dependencia de los intermediarios financieros centralizados, mediante el uso de una arquitectura tecnológica sustitutiva basada en DLT. Una tecnología que promete reducir los costes de las transacciones, generar confianza distribuida y potenciar plataformas descentralizadas. El fenómeno DeFi se ha asociado a la promesa de lograr un universo financiero más seguro, inclusivo, abierto y transparente, más eficiente, más flexible y que permite un proceso de innovación más rápido.

Sin embargo, aunque en teoría la tecnología blockchain permite una descentralización completa de la operativa, en la práctica los sistemas desarrollados ofrecen con bastante frecuencia grados de centralización que son significativos. Así, la etiqueta DeFi, en muchas ocasiones se utiliza esencialmente a efectos de marketing. Por otra parte, en relación con la pretendida mejora en términos de accesibilidad al universo financiero, ante la relevante brecha digital que existe todavía entre diferentes grupos de población, el avance de DeFi podría generar una nueva fuente de discriminación de acceso. Y en relación con la invulnerabilidad del sistema, dado que DeFi se construye esencialmente sobre código, y combina un conjunto de aplicaciones, la base de software ofrece a los atacantes una mayor “superficie de ataque” que en el caso de las finanzas tradicionales.

El análisis de las *finanzas descentralizadas* es poliédrico. Requiere de conocimientos de conceptos propios del mundo de las finanzas, de la tecnología y del ámbito normativo. No existe consenso sobre cuál será la magnitud futura de los desarrollos DeFi, el impacto de la tecnología DLT en las finanzas

ni sobre el calendario de sus consecuencias. Que esta tecnología vaya o no a revolucionar la industria de las finanzas dependerá de en qué medida (i) permita un rendimiento suficiente de las transacciones; (ii) pueda garantizar la seguridad de los datos; (iii) no sea agresiva en términos de sostenibilidad del medio ambiente; y (iv) sea al menos neutral en términos de sus implicaciones sociales y de buen gobierno de las instituciones

Los efectos de DeFi sobre los flujos de valor añadido en la industria financiera pueden llegar a ser muy relevantes, beneficiando a algunos operadores y perjudicando a otros, cuya existencia podría incluso ponerse en cuestión.

Tanto la banca comercial como la banca de inversiones están comenzando a sentir los efectos del avance de las *finanzas descentralizadas*. Pero DeFi no sólo contribuye al avance de la *banca en la sombra*. También puede afectar a la industria de gestión de activos, incluyendo a los gestores de fondos de inversión, de pensiones, de capital privado y de vehículos de *venture capital*, pero también los *hedge funds* y las entidades banca privada. Instituciones especializadas en custodia, agencia de pagos, cámaras de compensación y liquidación y las bolsas de valores se verán igualmente impactadas por los desarrollos DeFi al igual que el sector asegurador.

Aunque el impacto DeFi está todavía lejos de haber alcanzado el núcleo de la industria financiera, están comenzando a evidenciarse ya algunas amenazas reales y potenciales riesgos para el sistema. Para que DeFi llegue a convertirse en una forma ampliamente usada de intermediación financiera deben darse dos circunstancias. Por un lado, una fuerte escalabilidad del blockchain sobre el que se sustenta y por otra parte, una *tokenización* a gran escala de los valores tradicionales<sup>181</sup>.

Para los propios nuevos entrantes en el mercado, que están penetrando mediante desarrollos DeFi, existen riesgos severos derivados del coste del despliegue tecnológico, en un escenario en el que existe incertidumbre sobre el período de vida útil de la tecnología. Además, asumen riesgos vinculados a la notable incertidumbre respecto de en qué medida determinadas licencias de actividad son requeridas para operar; hasta qué punto regulaciones financieras orientadas a la protección del consumidor o a evitar riesgo sistémico son aplicables; o cuáles son sus obligaciones de información respecto de los consumidores y las autoridades fiscales.

---

<sup>181</sup> Véase Aramonte *et al.* (2021).

Además, en el entorno DeFi el usuario medio parece expuesto a riesgos de manipulación, ya que no podrá leer el código del contrato, y mucho menos evaluar su seguridad. Además, puede no comprender plenamente el riesgo tecnológico asumido y la vulnerabilidad del sistema. Y puede no contar con información suficiente para evaluar el riesgo emisor de los activos *tokenizados*.

Los *policy-makers* y los reguladores de los mercados bancarios, de valores y de la industria del seguro, pero también las autoridades fiscales, tienen por delante un reto importante para dar respuesta a las nuevas cuestiones que surgen de los desarrollos DeFi, que no están vinculados a lugares geográficos ni a monedas fiduciarias, no tienen fronteras y permiten la financiación y la transferencia de valor de forma independiente de las jurisdicciones. Como su actividad no depende de ningún banco central o gobierno específico, su expansión puede llegar a representar un desafío directo a los sistemas estatales, debilitando el papel del Estado como creador y ejecutor de normas.

Aunque continúa siendo una incógnita el alcance de los desarrollos DeFi, las autoridades financieras están obligadas a entender en profundidad las actividades implicadas, su estructura, así como los beneficios y riesgos subyacentes.

Existe un *desfase normativo* cuando las disposiciones legales en vigor resultan insuficientes para hacer frente a un contexto social, cultural o comercial modificado por los rápidos avances en la tecnología de la información y la comunicación, y es lo que el avance de DeFi podría estar comenzando a originar. Por ese motivo se ha argumentado que una nueva regulación o una adaptación de la regulación financiera existente parece necesaria.



## REFERENCIAS

- Adhami, S., Giudici, G. y Martinazzi, S. (2018): “Why do businesses go crypto? An empirical analysis of initial coin offerings”, *Journal of Economics and Business*, 100: 64-75.
- Agarwal, S., Alok, S., Ghosh, P. y Gupta, S. (2020): “Financial Inclusion and Alternate Credit Scoring for the Millennials: Role of Big Data and Machine Learning in Fintech”.  
[https://www.stern.nyu.edu/sites/default/files/assets/documents/White%20Papers\\_0.pdf](https://www.stern.nyu.edu/sites/default/files/assets/documents/White%20Papers_0.pdf)
- Agrawal, A., Catalini, C. y Goldfarb, A. (2013): “Some simple economics of crowdfunding”, *Innovation Policy and the Economy*, 14 (1), 63-97.
- Allen, L., Peng, L. y Shan, Y.: “Social Networks and Supply and Demand on Online Lending Marketplaces”.  
<https://ssrn.com/abstract=3537714>.
- Amsden, R. y Schweizer, D.: “Are Blockchain Crowdsales the New ‘Gold Rush’? Success Determinants of Initial Coin Offerings”.  
<https://ssrn.com/abstract=3163849>.
- Ante, L., Sandner, P. y Fiedler, I. (2018): “Blockchain-Based ICOs: Pure Hype or the Dawn of a New Era of Startup Financing?”, *Journal of Risk and Financial Management*, 11 (80): 1-19.
- Antonopoulos, Andreas M. and Gavin Wood (2019): “Mastering Ethereum: Building Smart Contracts and Dapps”. Sebastapol, CA: O’Reilly Media, Inc.

- Aramonte, S., Huang, W. y Schrimpf, A. (2021): “DeFi risk and the decentralisation illusion” *BIS Quarterly Review*. Diciembre.
- Balyuk, T. (2019): “Financial innovation and borrowers: Evidence from peer-to-peer lending”, *Rotman School of Management Working Paper*: 1-57.
- Baran, P. (1964): “On Distributed Communications Networks”, *IEEE Transactions on Communications Systems*, 12: 1-9.
- Barrett Sheridan, Bitcoins: Currency of the Geeks, BLOOMBERG.
- Bartoletti, M. y Pompianu, L. (2017): “An empirical analysis of smart contracts: platforms, applications, and design patterns” en *International conference on financial cryptography and data security*: 494-509. Springer, Cham.
- Berg, T., Burg, V., Gombović, A. y Puri, M. (2020): “On the Rise of FinTechs: Credit Scoring Using Digital Footprints”, *The Review of Financial Studies*, 33 (7):2845-2897.  
<https://doi.org/10.1093/rfs/hhz099>.
- Berger, A., Klapper, L. F. y Turk-Ariss, R. (2009): “Bank competition and financial stability: an empirical evaluation”, *Journal of Financial Services Research*, 35: 99-118.
- Binance Academy, (2020).  
<https://academy.binance.com/blockchain/the-complete-beginners-guide-to-decentralizedfinance-defi>.
- Buchak, G., Matvos, G., Piskorski, T. y Seru, A. (2018): “Fintech, regulatory arbitrage, and the rise of shadow banks”, *Journal of Financial Economics*, 130 (3): 453-483.
- Burns, L. y Moro, A. (2018): “What makes an ICO successful? An investigation of the role of ICO characteristics, team quality and market sentiment”.  
<https://ssrn.com/abstract=3256512>.
- BUSINESSWEEK (June 16, 2011).
- Buterin, V. (2013): “Ethereum: A Next-Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform”.  
<http://ethereum.org/ethereum.html>.
- Calcaterra, C. y Kaal, W. (2021): “Decentralized Finance (DeFi)” en *Decentralization - Technology’s Impact on Organizational and Societal Structure*, De-gruyter Publishers.  
<https://ssrn.com/abstract=3782216>.

- Caldarelli, G. y Ellul, J. (2021): “The Blockchain Oracle Problem in Decentralized Finance – A Multivocal Approach”, *Applied Science*, 11:7572.  
<https://doi.org/10.3390/app11167572>.
- Capgemini Consulting (2016): “Smart Contracts in Financial Services: Getting from Hype to Reality”.
- Casino, F., Dasaklis, T. K. y Patsakis, C. (2019): “A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues”, *Telematics and Informatics*, 36: 55-81.
- Catalini, C. y Gans, J. S. (2018): “Initial coin offerings and the value of crypto tokens”, *NBER Working Paper*, 24418: 1-38.
- Chanson, M., Risius, M. y Wortmann, F. (2018): “Initial Coin Offerings (ICOs): An Introduction to the Novel Funding Mechanism Based on Blockchain Technology Emergent Research Forum (ERF)” en *ICOs: The novel blockchain-based funding mechanism. Twenty-fourth Americas Conference on Information Systems*, New Orleans.
- Chen, K. y Chen, R. (2019): “Information asymmetry in initial coin offerings (ICOs): Investigating the effects of multiple channel signals”, *Electronic Commerce Research and Applications*, 36.
- Chen, Y. (2018): “Blockchain tokens and the potential democratization of entrepreneurship and innovation”, *Business Horizons*, 61 (4): 567-575.
- Chen, Y. y Bellavitis, C. (2020): “Blockchain Disruption and Decentralized Finance: The Rise of Decentralized Business Models”, *Journal of Business Venturing Insights*, 13.  
[https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3483608](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3483608)
- Chen, Y. y Bellavitis, C. (2020): “Blockchain disruption and decentralized finance: The rise of decentralized business models”, *Journal of Business Venturing Insights*, 13.
- Chitra, T. (2020): “Competitive equilibria between staking and on-chain lending”.
- Chod, J. y Lyandres, E. (2018): “A Theory of ICOs: Diversification, Agency and Information Asymmetry,” mimeo., Boston College.
- Chohan U.W. (2017): “The DAO and Governance Issues”, SSRN Journal.  
<https://doi.org/10.2139/ssrn.3082055>.
- Chohan, U. W., (2021): “Decentralized Finance (DeFi): An Emergent Alternative Financial Architecture”, *Critical Blockchain Research Initiative (CBRI) Working Papers*.

- Cousaert, S., Xu, J. y Matsui, T. (2021): "SoK: Yield Aggregators in DeFi".
- Christidis, K. y Devetsikiotis, M. (2016): "Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things". *IEEE Access*, 4: 2292-2303.  
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2016.2566339>.
- Czaja, D. y Röder, F. (2021) *Signalling in Initial Coin Offerings: The Key Role of Entrepreneurs' Self-efficacy and Media Presence*, Abacus. Wiley Online Library: 1-38.
- Dal Mas, F., Dicuonzo, G., Massaro, M. y Dell'Atti, V. (2020): "Smart contracts to enable sustainable business models. A case study", *Management Decision*, 58 (8).
- Davidson, S., De Filippi, P. y Potts, J. (2016): "Disrupting governance: The new institutional economics of distributed ledger technology".  
<https://ssrn.com/abstract=2811995>.
- De Roure, C., Pelizzon, L. y Thakor, A. (2021): "P2P Lenders versus Banks: Cream Skimming or Bottom Fishing?" *SAFE Working Paper No. 206, Michael J. Brennan Irish Finance Working Paper Series Research Paper*, 18-13.  
<https://ssrn.com/abstract=3174632>
- Di Pierro, M. (2017): "What Is the Blockchain?" *Computing Prescriptions, Computing in Science & Engineering*, 1521-9615/17.
- Dong, C., Chen, C., Shi, X. y Ng, C.T. (2021): "Operations strategy for supply chain finance with asset-backed securitization: Centralization and blockchain adoption", *International Journal of Production Economics*, 241.
- El Faqir, Y., Arroyo, J. y Hassan, S. (2020): "An overview of decentralized autonomous organizations on the blockchain", OpenSym 2020, Agosto 25-27, Virtual conference, España.  
<https://eprints.ucm.es/id/eprint/62273/1/os20-paper-a11-el-faqir.pdf>.
- Euromoney (2021a): "The powerful allure of decentralized finance", 52 (625): 31-32.
- Euromoney (2021a): "The bride to the future of finance", 52 (625): 30-41.
- Fairfield, J. (2014): "Smart Contracts, Bitcoin Bots, and Consumer Protection", *Washington and Lee Law Review Online*, 71 (2/3): 1-17.
- Feng, S., Wang, W., Xiong, Z., Niyato, D., Wang, P. y Wang, S.S. (2019): "On Cyber Risk Management of Blockchain Networks: A Game Theoretic Approach", *Cornell University, Computer Science > Cryptography and Security*.

- Finucane, B. P. (2018) *Creating with blockchain technology: the “provably rare” possibilities of crypto art*.  
<https://dx.doi.org/10.14288/1.0370991>.
- Fisch, C. (2019): “Initial coin offerings (ICOs) to finance new ventures: An exploratory study”, *Journal of Business Venturing*, 34 (1): 1-22.
- Flood, J. y Robb, L. (2017): “Trust, Anarcho-Capitalism, Blockchain and Initial Coin Offerings”, *Griffith Law School Research Paper*, 17/23.
- Florysiak, D. y Schandlbauer, A. (2021): “The Information Content of ICO White Papers” 23 de junio.  
<https://ssrn.com/abstract=3265007>.
- Franceschet, M. y Braidotti, C. (2019): “Enhancing art with information: the case of blockchain art”1 (1):1-11.
- Franceschet, M., Colavizza, G., Smith, T., Finucane, B., Ostachowski, M. L., Scalet, S. Perkins, J., Hernández, S. y Morgan, J. (2021): “Crypto Art: A Decentralized View”, *LEONARDO*, 54 (4): 402-405.
- Fulwood, A. (2021): “Decentralised finance is booming, but it has yet to find its purpose”, *The Economist*, 8 de noviembre.
- Fuster, A., Plosser, M., Schnabl, P. y Vickery, J. (2019): “The Role of Technology in Mortgage Lending”, *The Review of Financial Studies*, 32 (5): 1854-1899.
- Giudici, G., Adhami, S. (2019): “The impact of governance signals on ICO fundraising success”, *Journal of Industrial and Business Economics*, 46: 283-312.  
<https://doi.org/10.1007/s40812-019-00118-w>
- Gudgeon, L., Werner, S., Perez, D. y Knottenbelt, W. J. (2020): “Defi protocols for loanable funds: Interest rates, liquidity and market efficiency” en *Proceedings of the 2nd ACM Conference on Advances in Financial Technologies*: 92-112.
- Gudgeon, Lewis, Perez, Daniel, Harz, Dominik, Gervais, Arthur y Livshits, Benjamin (2021): “The Decentralized Financial Crisis: Attacking DeFi”.
- Hallen, B. L. (2008): “The causes and consequences of the initial network positions of new organizations: from whom do entrepreneurs receive investments?” *Administrative Science Quarterly*, 53 (4): 685-718.
- Hallen, B. L. y Eisenhardt, K. M. (2012): “Catalyzing strategies and efficient tie formation: how entrepreneurial firms obtain investment ties”, *Academy of Management Journal*, 55 (1): 35-70.

- Harvey, C. R. (2021) *DeFi and the Future of Finance*.  
[https://www.prophecydefi.com/resources/media/Harvard\\_DeFi\\_and\\_the\\_Future\\_of\\_Finance.pdf](https://www.prophecydefi.com/resources/media/Harvard_DeFi_and_the_Future_of_Finance.pdf).
- Harwick, C. y Caton, J. (2019): “What’s Holding Back Blockchain Finance? On the Possibility of Decentralized Autonomous Finance” *AIER Sound Money Project Working Paper* 19/06.  
[https://www.researchgate.net/profile/James\\_Caton/publication/333278197\\_What's\\_Holding\\_Back\\_Blockchain\\_Finance\\_On\\_the\\_Possibility\\_of\\_Decentralized\\_Autonomous\\_Finance/links/5dc02ac44585151435e54179/Whats-Holding-Back-Blockchain-Finance-On-the-Possibility-of-Decentralized-Autonomous-Finance.pdf](https://www.researchgate.net/profile/James_Caton/publication/333278197_What's_Holding_Back_Blockchain_Finance_On_the_Possibility_of_Decentralized_Autonomous_Finance/links/5dc02ac44585151435e54179/Whats-Holding-Back-Blockchain-Finance-On-the-Possibility-of-Decentralized-Autonomous-Finance.pdf).
- Hassan S. y de Filippi, P. (2021): “Decentralized Autonomous Organization. Internet Policy Review, 10 (2).  
<https://doi.org/10.14763/2021.2.1556>.
- Hazari, S. S. y Mahmoud, Q. H. (2020): “Improving Transaction Speed and Scalability of Blockchain Systems via Parallel Proof of Work”, *Future Internet*, 12 (125): 1-19.  
<file:///C:/Users/carlo/Downloads/futureinternet-12-00125-v2.pdf>.
- Hirshleifer, D. (2020): “Presidential address: Social transmission bias in economics and finance”, *The Journal of Finance* 75:1779-181.
- Hoffman, C. (2020): “What is DeFi and Why is Everyone Talking About it?”, disponible en  
<https://www.tradefinanceglobal.com/posts/what-is-defidecentralized-finance/>.
- Holotiuk, F., Pisani, F. y Moormann, J. (2017): “The Impact of Blockchain Technology on Business Models in the Payments Industry” en *Proceedings of 13th International Conference on Wirtschaftsinformatik, St. Gallen*: 912-926.
- Holotiuk, F., Pisani, F. y Moormann, J. (2018): “Unveiling the Key Challenges to Achieve the Breakthrough of Blockchain: Insights from the Payments Industry”, *Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences*: 1-10.
- Holotiuk, F., Pisani, F. y Moormann, J. (2019): “Radicalness of blockchain: an assessment based on its impact on the payments industry”, *Technology Analysis & Strategic Management*, 31 (8): 915-928.
- Hong, S., Noh, Y. y Park, C. (2019): “Design of Extensible Non-Fungible Token Model in Hyperledger Fabric”, *SERIAL '19: Proceedings of the 3rd*

*Workshop on Scalable and Resilient Infrastructures for Distributed Ledgers*. 1 y 2 de diciembre.

<https://doi.org/10.1145/3366611.3368142>.

Huberman, G., Leshno, J. D. y Moallemi, C. (2019): “An economist’s perspective on the bitcoin payment system”, *American Economic Review*, 109 (5): 93-96.

Iansiti, M. y Lakhani, K. R. (2017): “The Truth About Blockchain. It will take years to transform business, but the journey begins now”. *Harvard Business Review* (enero-febrero).

International Monetary Fund (2022): “The rapid growth of Fintech: vulnerabilities and challenges for financial stability” en *Global Financial Stability Report: Shockwaves from the War in Ukraine Test the Financial System’s Resilience*. Abril.

IOSCO (2022a): “Decentralized Finance Report”. The Board of the International Organization of Securities Commissions. Marzo.

IOSCO (2022b): “Report on Retail Distribution and Digitalisation” The Board of the International Organization of Securities Commissions. Enero.

Iredale, G. (2021): “What Are The Different Types Of Blockchain Technology?” *101 Blockchains*, 8 de enero.

Iyer, R., Khwaja, A. I., Luttmer, E. F. y Shue, K. (2015): “Screening Peers Softly: Inferring the Quality of Small Borrowers”, *Management Science*, 62 (6): 1533-1841.

<https://doi.org/10.1287/mnsc.2015.2181>.

Jensen, J. R., Von Wachter, V. y Ross, O. (2021): “An Introduction to Decentralized Finance (DeFi)”, *Complex Systems Informatics and Modeling Quarterly (CSIMQ)*: 46-54.

<https://doi.org/10.7250/csimq.2021-26.03>.

Jentsch C. (2017): “Decentralized Autonomous Organization to Automate Governance”.

Jonh, J. (2019): “Mapping decentralized finance”, *Outlier ventures*.

Jonh, J. (2020): “The future of Money Looking beyond yield to see why the hype in DeFi matters”. *Ciphersubstack.com*.

Johnson, K. N. (2021): “Decentralized Finance: Regulating Cryptocurrency Exchanges”, *William and Mary Law Review*, 62 (6): 1911-2000.

<https://scholarship.law.wm.edu/wmlr/vol62/iss6/4>.

- Kaal, W. A. y Dell’Erba, M. (2018): “Initial coin offerings: emerging practices, risk factors, and red flags” en *Fintech Handbook*. Moeslein, F., Omlor, S. (Eds.)
- Kane, E. (2017): “Is Blockchain a General Purpose Technology?”  
<https://ssrn.com/abstract=2932585>.
- Khwaja, A. Iyer, E., Luttmer, E. y Shue, K. (2013): “Screening Peers Softly: Inferring the Quality of Small Borrowers” *CID Working Paper Series 2013.259*, Harvard University, Cambridge.
- Larios-Hernández, G. J. (2017): “Blockchain entrepreneurship opportunity in the practices of the unbanked”, *Business Horizons*, 60 (6): 865-874.
- Lee, P. (2022): “The coming battle over banking in the Metaverse”, *Euro-money*, 53 (630). Marzo.
- Liao, R. (2021): “How decentralized finance will transform business financial services-especially for SMEs” *World Economic Forum*. 19 de julio
- Manski, S. (2017) Building the blockchain world: Technological commonwealth or just more of the same?”, *Strategic Change*, 26 (5):511-522.
- Meegan, X. y Koens, T. “Lessons Learned from Decentralised Finance (DeFi)”. ING.  
[https://new.ingwb.com/binaries/content/assets/insights/themes/distributed-ledger-technology/defi\\_white\\_paper\\_v2.0.pdf](https://new.ingwb.com/binaries/content/assets/insights/themes/distributed-ledger-technology/defi_white_paper_v2.0.pdf).
- Mollick, E. (2014): “The dynamics of crowdfunding: An exploratory study”, *Journal of Business Venturing*, 29 (1): 1-16.
- Momtaaz, P. P. (2021a): “Initial Coin Offerings, Asymmetric Information, and Loyal CEOs”.
- Momtaaz, P. P. (2021b): “Entrepreneurial Finance and Moral Hazard: Evidence from Token Offerings”, *Journal of Business Venturing*, 36 (5).
- Nadler, M. y Schär, F. (2020): “Decentralized Finance, Centralized Ownership? An Iterative Mapping Process to Measure Protocol Token Distribution”.
- Nelsen, D. (2020): “How many blockchains are there?” en *Blockchain ECOSystem*, 8 de abril.
- OECD (2022) *Why Decentralised Finance (DeFi) Matters and the Policy Implications*. OECD, Paris.
- Osmani, M., El-Haddadeh, R.Hindi, N., Janssen, M. y Weerakkody, V. (2020): “Blockchain for new generation services in banking and finance: cost, benefit, risk and opportunity analysis”, *Journal of Enterprise Information Management*.

- Ozcan, R. (2021): “Decentralized Finance” en *Financial Ecosystem and Strategy in the Digital Era. Global Approaches and New Opportunities* (edd. U. Hacıoglu y T. Aksoy). Springer.
- Padilla, R. “DeFi, Law and Regulation”; Academia.
- Palaniappan, R. (2022): “The great blockchain debate”.
- Pan, W. y Qiu, M. (2020): “Application of Blockchain in Asset-Backed Securitization”, IEEE 6th International Conference on Big Data Security on Cloud (BigDataSecurity), IEEE Intl Conference on High Performance and Smart Computing, (HPSC) and IEEE Intl Conference on Intelligent Data and Security (IDS): 71-76.
- Parizo, C. (2021): “What are the 4 different types of blockchain technology?” *Blockchain for businesses: The ultimate enterprise guide, Techtarget Network* (8 de mayo).
- Perez, D., Werner, S. M., Xu, J. y Livshits, B. (2020): “Liquidations: DeFi on a Knife-edge”
- Peters, G. W. y Panayi, E. (2014): “Understanding Modern Banking Ledgers through Blockchain Technologies: Future of Transaction Processing and Smart Contracts on the Internet of Money”.  
<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2692487>
- Popescu, A. D. (2020a): “Decentralized Finance (DeFi) – The Lego of Finance”, *Social Sciences and Education Research Review*.
- Popescu, A. D. (2020b): “Transitions and Concepts within Decentralized Finance (Defi) Space”, *Research Terminals in the Social Sciences - Researchgate.net*.
- Popescu, A. D. (2020c): “Decentralized Finance (DeFi) – The Lego of Finance”, *Social Sciences and Education Research Review*, 7: 1 321-349.
- Prasad, E. (2021) DeFi is a reminder of the risk of unfettered financial engineering”, *Financial Times*, 22 de octubre.
- Qin, K, Zhou, L., Afonin, Y., Lazzaretti, L. y Gervais, A. (2021): “CeFi vs. DeFi – Comparing Centralized to Decentralized Finance”.  
<https://arxiv.org/pdf/2106.08157.pdf>.
- Ramos, D. y Zanko, G. (2020): “A Review of the Current State of Decentralized Finance as a Subsector of the Cryptocurrency Market”. *MobileyourLife*.  
<https://www.mobileyourlife.com/research>.
- Rao. A. (2021): “Amid Cryptocurrency Surge, Frontrunning Continues to Be Major Menace” *NDTV Profit*.

<https://www.ndtv.com/business/amid-cryptocurrency-surge-frontrunning-continues-to-be-major-menace-as-it-causes-a-loss-of-280-million-each-month-2579130>.

Reyes, C. (2016): “Moving Beyond Bitcoin to an Endogenous Theory of Decentralized Ledger Technology Regulation: An Initial Proposal”, *Villanova Law Review*, 61 (1): *Stetson University College of Law Research Paper*, 2016-8. <https://ssrn.com/abstract=2766705>.

Roosenboom, P., Van der Kolk, T. y De Jong, A. (2020): “What determines success in initial coin offerings?”, *Venture Capital*, 22 (2): 161-183. <https://doi.org/10.1080/13691066.2020.1741127>.

Samieifar, S. y Baur, D. G. (2021): “Read me if you can! An analysis of ICO white papers”, *Finance Research Letters*, 38. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101427>.

Schär, Fabian, (2020) *Decentralized Finance: On Blockchain- and Smart Contract-based Financial Markets*. 8 de marzo. <https://ssrn.com/abstract=3571335>

Schär, F. (2021): “Decentralized Finance: On Blockchain- and Smart Contract-Based Financial Markets”, *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, 103(2): 153-74. <https://files.stlouisfed.org/files/htdocs/publications/review/2021/04/15/decentralized-finance-on-blockchain-and-smart-contract-based-financial-markets.pdf>.

Schnabl, P., Fuster, A., Vickery, J. I. y Plosser, M. C. (2018): “The Role of Technology in Mortgage Lending”, *CEPR Discussion Paper*, DP12961: 1-77. <https://ssrn.com/abstract=3190202>.

Schwarcz, S.L. (2011): “Ex ante versus ex post approaches to financial regulation” Keynote Address, en *Chapman Law Review Symposium on From Wal Street to main Street: the Future of Financial Regulation*. 28 de enero.

SelfKey (2020): “A Comprehensive List of Cryptocurrency Exchange Hacks” <https://selfkey.org/list-of-cryptocurrency-exchange-hacks/>

Seidel, M.D.L. (2018): “Questioning centralized organizations in a time of distributed trust”, *Journal of Management Inquiry*, 27 (1): 40-44.

Sheng, T. (2018): “Let’s ditch *decentralized*”, TONY SHENG (3 de septiembre). <https://www.tonysheng.com/decentralized-definition>.

- Shapiro, C. y Varian, H. R. (1999). *Information Rules*. Harvard Business School Press. Boston.
- Shiller, R. J. (2019): *Narrative economics*. Princeton University Press.
- Smith, S. S. (2021): “Decentralized Finance & Accounting – Implications, Considerations, and Opportunities for Development”, *The International Journal of Digital Accounting Research*, 21: 129-153.  
[https://www.uhu.es/ijdar/10.4192/1577-8517-v21\\_5.pdf](https://www.uhu.es/ijdar/10.4192/1577-8517-v21_5.pdf).
- Strelenko, O. (2018): “Blockchain and Transaction Speed: Why Does it Matter?”, *Medium*.
- Suga, Y, Shimaoka, M., Sato, M. y Nakajima, H. (2020): “Securing Cryptocurrency Exchange: Building up Standard from Huge Failures” en *Financial Cryptography and Data Security. FC 2020 International Workshops, AsiaUSEC, CoDeFi, VOTING, and WTSC Kota Kinabalu, Malaysia, February 14, Revised Selected Papers*.
- Szabo, N. (1997): “Smart contracts: formalizing and securing relationships on public networks”, *First Monday* 2(9).  
<https://doi.org/10.5210/fm.v2i9.548>.
- Szalay, E. (2021a): “Crypto trading puts pressure on bourses to open all hours”, *Risk Management. Exchange, Trading and Clearing. Financial Times*, 15 de noviembre.
- Szalay, E. (2021b): “Does crypto belong in an ESG portfolio? Probably not for bitcoin – but possibly yes for blockchain”, *Financial Times*, 18 de octubre.
- Szalay, E. (2021c): “Crypto exchanges’ multiple roles raise conflict worries”, *Risk Management. Exchange, Trading and Clearing. Financial Times*, 15 de noviembre.
- Szalay, E. (2022): “Politics wake up to the value of votes in crypto”, *Financial Times*, 20 de abril.
- Takanashi, Y. (2020): “Future of Finance From G20 to Practical Implementation of Multi-stakeholder Governance on Blockchain Based Finance” en *Financial Cryptography and Data Security. FC 2020 International Workshops, AsiaUSEC, CoDeFi, VOTING, and WTSC Kota Kinabalu, Malaysia, February 14, Revised Selected Papers*.
- Tan, A., Gligor, D. y Ngah, A. (2020): “Applying Blockchain for Halal food traceability, International”, *Journal of Logistics Research and Applications*, DOI: 10.1080/13675567.2020.1825653.

- Tang, H. (2019): “Peer-to-Peer Lenders Versus Banks: Substitutes or Complements?” *The Review of Financial Studies*, 32 (5): 1900-1938.  
<https://doi.org/10.1093/rfs/hhy137>.
- Tapscott, A. y Tapscott, D. (2017): “How Blockchain Is Changing Finance”, *Harvard Business Review. Financial Markets*, 1 a 5 de marzo.
- The Economist (2015): “The promise of the blockchain: the trust machine”, 31 de octubre.
- The Economist (2021): “The beguiling promise of decentralised finance and its many perils”, 18 de septiembre.
- Totle (2019): “Building with Money Legos: How to mix and match the tools in decentralized finance to make new products and services”, 16 de agosto.  
<https://medium.com/totle/building-with-money-legos-ab63a58ae764>.
- Trautman, L. J. (2016): “Is Disruptive Blockchain Technology the Future of Financial Services?” *The Consumer Finance Law Quarterly Report*, 232.  
<https://ssrn.com/abstract=2786186>.
- Treleaven, P., Brown, R. G. y Yang, D. (2018) *Blockchain Technology in Finance*. The IEEE Computer Society.
- Ushida, R., & Angel, J. (2021, March). Regulatory Considerations on Centralized Aspects of DeFi Managed by DAOs. In *International Conference on Financial Cryptography and Data Security* (pp. 21-36). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Vallée, B, y Zeng, Y. (2019): “Marketplace Lending: A New Banking Paradigm?”, *The Review of Financial Studies*, 32 (5): 1939-1982.  
<https://doi.org/10.1093/rfs/hhy100>.
- Varma, J. R. (2019): “Blockchain in Finance”, *The Journal for Decision Makers*, 44 (1): 1-11.  
<https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0256090919839897>.
- Ventura, T. (2020): “The World’s Fastest Blockchain Exceeds 1 Million Transactions Per Second”, *Predict*. 2 de enero.  
<https://medium.com/predict/the-worlds-fastest-blockchain-exceeds-1-million-transactions-per-second-8931df09320d>.
- Vermaak, W. (2021): “MiCA: A Guide to the EU’s Proposed Markets in Crypto-Assets Regulation”, *Syгна*.
- Walch, A. (2019): “Deconstructing decentralization: exploring the core

- claim of crypto systems” en C, Brummer (ed), *Cryptoassets: legal, regulatory, and monetary perspectives*, Oxford University Press. Oxford.
- Wan, X., Lu, Z., Hu, Q. y Yu, M. (2017): “Application of asset securitization and block chain of Internet financial firms: Take Jingdong as an example”, *International Conference on Service Systems and Service Management*: 1-6.
- Wang, Y. (2020): “Automated Market Makers for Decentralized Finance (DeFi)”, *Quantitative Finance. Trading and Market Microstructure Cornell University*.
- Water, R. (2022): “Despite hype, the vaunted Web3 movement has yet to take off” *Financial Times*, 8 de abril.
- Wharton Blockchain and Digital Asset Project (2021) DeFi Beyond the Hype: The emerging world of Decentralized Finance” Wharton University Pennsylvania.
- Willett, J.R. (2012) *The Second Bitcoin Whitepaper*.  
<https://bravenewcoin.com/assets/Whitepapers/2ndBitcoinWhitepaper.pdf>
- Wilson, E. (2022): “Can the cowboy State sell crypto to the Fed”, *Euromoney*, 53 (630). Marzo.
- Wittman, D. (1977): “Prior Regulation Versus Post Liability: The Choice Between Input and Output Monitoring”, *Journal of Legal Studies*, 6(1): 193-210.
- World Economic Forum (2021). *Decentralized Finance (DeFi) Policy-Maker Toolkit*.
- Wright, A. y De Filippi, P (2015) *Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia*.  
<http://ssrn.com/abstract=2580664>.
- Xu, J. y Vadgama, N. (2021) From banks to DeFi: the evolution of the lending market.
- Zakhary, V., Amiri, M. J., Maiyya, S., Agrawal, D. y El Abbadi, A. (2019): “Towards Global Asset Management in Blockchain Systems”.  
<https://arxiv.org/pdf/1905.09359.pdf>.
- Zhang, D., Clark, J. y Perrault, R. (2022): “The 2022 AI Index: Industrialization of AI and Mounting Ethical Concerns”, *HAI Stanford University*.
- Zheng, Y, y Huang, T. (2018): “The Challenges and Countermeasures of Blockchain Finance and Economics”, *International Journal of Latest Trends in Finance & Economic Sciences*, 8 (2): 1404-1411.

- Ziegler, T., Shneor, R., Wenzlaff, K., Wang Britney, W., Kim, J., Odorovic, A., Ferri De Camargo Paes, F., Suresh, K., Zheng Zhang, B., Johanson, D., Lopez, C., Mammadova, L., Adams, N., y Luo, D. (2020): “The Global Alternative Finance Market Benchmarking Report”. *Technical Report, Cambridge Centre for Alternative Finance, Cambridge.*
- Zetsche, D. A., Arner, D. W. y Buckle, R. P. (2020): “Decentralized”, *Finance Journal of Financial Regulation*, 6: 172-203.

## PAPELES DE LA FUNDACIÓN

- N.º 1 Estudio para la mejora del Gobierno Corporativo, la Transparencia Informativa y los Conflictos de Interés.
- N.º 2 Guía de Principios de Buen Gobierno Corporativo, Transparencia Informativa y los Conflictos de Interés en las Sociedades Cotizadas.
- N.º 3 Estudio sobre los efectos de la aplicación de las Normas Contables del IASB a los sectores cotizados de la Bolsa Española.
- N.º 4 Buen Gobierno, Transparencia y Ética en el sector público.
- N.º 5 Estudio sobre la Reforma de los Mercados Financieros Europeos (2 vols.):
- Resumen del estudio en Español.
  - Resumen del estudio en Inglés.
- N.º 6 Guía de Buenas Prácticas para el desarrollo de la Junta General de accionistas de Sociedades Cotizadas.
- N.º 7 Observatorio de Gobierno Corporativo de las Grandes Sociedades Cotizadas en el Mercado de Valores español (Ibex-35), 2003.
- N.º 8 Índice de Excelencia Informativa de las Sociedades del Ibex-35 de la Bolsa Española IEI-FEF.
- N.º 9 Pensiones y Ahorro a largo plazo: un viejo problema en busca de nuevas soluciones.
- N.º 10 El ciclo del Capital Riesgo en Europa: su gestión y aportación de valor.

- N.º 11 España y las nuevas Perspectivas Financieras de la Unión Europea 2007-2013: Nuevos condicionantes, nuevos objetivos, nuevas estrategias.
- N.º 12 Diversidad de Género en los Consejos de Administración de las Sociedades Cotizadas y Cajas de Ahorros españolas.
- N.º 13 España y la nueva arquitectura económica y financiera internacional. El desafío del G-8.
- N.º 14 Observatorio de Gobierno Corporativo de las Grandes Sociedades Cotizadas en el Mercado de Valores español (Ibex-35), 2004.
- N.º 15 Índice de Excelencia Informativa de las Sociedades de la Bolsa Española IEI-FEF.
- N.º 16 La Responsabilidad Corporativa: una propuesta para un entorno empresarial más eficiente y socialmente comprometido.
- N.º 17 Observatorio sobre la Reforma de los Mercados Financieros Europeos (2006).
- N.º 18 Las Cajas de Ahorros: Modelo de Negocio, Estructura de la Propiedad y su Gobierno Corporativo.
- N.º 19 Observatorio de Gobierno Corporativo y Transparencia Informativa de las Sociedades Cotizadas en el Mercado Continuo Español, 2006.
- N.º 20 Observatorio sobre el Gobierno de la Economía Internacional (2007).
- N.º 21 Observatorio sobre la Reforma de los Mercados Financieros Europeos (2007).
- N.º 22 Observatorio de Gobierno Corporativo y Transparencia Informativa de las Sociedades Cotizadas en el Mercado Continuo Español, 2007.
- N.º 23 El Papel de las Instituciones Públicas en las Operaciones de Control Corporativo Nacionales y Transnacionales.
- N.º 24 Instrumentos Financieros para la Jubilación.
- N.º 25 Observatorio sobre el Gobierno de la Economía Internacional (2008).
- N.º 26 La Filantropía: tendencias y perspectivas. Homenaje a Rodrigo Uría Meruéndano.
- N.º 27 Observatorio sobre la Reforma de los Mercados Financieros Europeos (2008).
- N.º 28 El sistema bancario español ante el nuevo entorno financiero.

- N.º 29 Observatorio de Gobierno Corporativo y Transparencia Informativa de las Sociedades Cotizadas en el Mercado Continuo Español, 2008.
- N.º 30 Situación actual y perspectivas de las Instituciones de Inversión Colectiva.
- N.º 31 Observatorio de la Economía Internacional (2009).
- N.º 32 Observatorio de Gobierno Corporativo (2009).
- N.º 33 La Ley Concursal y su aplicación.
- N.º 34 Observatorio sobre la Reforma de los Mercados Financieros Europeos (2009).
- N.º 35 Estudio sobre el Sector Asegurador en España.
- N.º 36 Nuevos Enfoques para Viejos Riesgos Financieros.
- N.º 37 Observatorio sobre la Reforma de los Mercados Financieros Europeos (2010).
- N.º 38 Estudio sobre el Sector Asegurador en España, 2010. Los pilares cualitativos de Solvencia II.
- N.º 39 El Ahorro Familiar en España.
- N.º 40 Observatorio de Gobierno Corporativo (2010).
- N.º 41 Los Nuevos Mercados Energéticos.
- N.º 42 Mecanismos de prevención y Gestión de futuras crisis bancarias.
- N.º 43 Las Economías emergentes y el reequilibrio global: retos y oportunidades para España.
- N.º 44 La crisis en Europa: ¿un problema de deuda soberana o una crisis del Euro?
- N.º 45 Pequeña y mediana empresa: impacto y retos de la crisis en su financiación.
- N.º 46 Observatorio sobre la Reforma de los Mercados Financieros Europeos (2012).
- N.º 47 Desapalancamiento y crecimiento en España.
- N.º 48 El Sector Asegurador ante las transformaciones del Estado de bienestar.
- N.º 49 La arquitectura Institucional de la refundación del euro.
- N.º 50 España: crecer en la nueva economía global.
- N.º 51 Observatorio sobre la Reforma de los Mercados Financieros Europeos (2013).

- N.º 52 Nuevos desafíos del sector financiero: recuperando la confianza y mejorando la cultura financiera.
- N.º 53 La regulación Financiera: ¿Solución o problema?
- N.º 54 Observatorio sobre la Reforma de los Mercados Financieros Europeos (2015).
- N.º 55 Acabar con el paro, ¿queremos?, ¿podemos? Una propuesta analítica sobre la ocupación y el empleo en España.
- N.º 56 Observatorio sobre la Reforma de los Mercados Financieros Europeos (2016).
- N.º 57 Observatorio sobre la Reforma de los Mercados Financieros Europeos (2017).
- N.º 58 Observatorio sobre la Reforma de los Mercados Financieros Europeos (2018).
- N.º 59 Observatorio sobre la Reforma de los Mercados Financieros Europeos (2020).
- N.º 60 El rol de las finanzas en una economía sostenible.
- N.º 61 Financiación de intangibles.
- N.º 62 DeFi: ilusiones, realidades y desafíos.

## ENTIDADES PATRONO DE LA FUNDACIÓN

**BANCO SANTANDER, S.A.**  
**BANCO SABADELL**  
**CLIFFORD CHANCE**  
**FIDELITY WORLDWIDE INVESTMENT**  
**INDITEX**  
**KPMG**  
**LA CAIXA**  
**BOLSAS Y MERCADOS ESPAÑOLES**  
**URIA & MENENDEZ**  
**ACS**  
**EY**  
**FUNDACIÓN MUTUA MADRILEÑA**  
**DELOITTE**  
**J&A GARRIGUES**  
**CECA**





c/ Basílica, 15-17, 1ª planta - 28020 MADRID  
Tel.: 91 563 19 72 - Fax: 91 563 25 75  
[www.ieaf.es](http://www.ieaf.es) / [www.fef.es](http://www.fef.es)

ISBN: 978-84-09-40772-9



P.V.P. 35 € (IVA INCLUIDO)