



COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

ICADE

CIHS

FACULTAD DE DERECHO

**LAS ORGANIZACIONES AUTÓNOMAS
DESCENTRALIZADAS (DAOS) Y SUS DESAFÍOS
REGULATORIOS.**

Autora: Marta Muga Razquin

Curso: 5º E3 Analytics

Área: Derecho Mercantil

Tutor: Pablo Sanz Bayón

Madrid

Abril 2023

RESUMEN

Este trabajo consiste en analizar las cuestiones jurídicas más relevantes relacionadas con unas innovadoras organizaciones conocidas como DAOs o *Decentralized Autonomous Organizations* (Organizaciones Autónomas Descentralizadas). Lo revolucionario de esta nueva forma de estructurar y administrar estas organizaciones radica en un sistema informático automatizado basado en “contratos inteligentes” (smart contracts) y redes DLT/Blockchain en el que un código informático y los algoritmos se convierten en su fuente de regulación interna. De momento, las DAO presentan una falta de regulación legal y la forma en que pudieran regularse genera bastantes controversias, habiendo, por un lado, quienes defienden que las DAOs son códigos autónomos que pueden operar de forma independiente a cualquier sistema legal, mientras que, por otro lado, nos encontramos a los defensores de modelos más tradicionales. Debido al avance de la evolución de la computación y de los sectores relativos a IA, ML, FinTech e IoT, estas organizaciones poco a poco se adoptarán por diversos agentes del mercado, por lo que será necesario que los ordenamientos jurídicos se adapten a esta realidad tecnológica y desarrollen una política legislativa que otorgue seguridad jurídica a la innovación que trae consigo su especial naturaleza y funcionamiento, así como nuevas formas de gobernanza y transparencia para garantizar los derechos de las partes involucradas en negocios jurídicos gestionados o afectados por la actividad de las DAO. Por tanto, esta investigación tiene por objeto examinar los retos legales a los que se enfrentan, intentando dar respuesta a los problemas y dudas que se han ido planteando desde su surgimiento.

Palabras Claves: DAOs, Blockchain, Smart Contracts, Inteligencia Artificial, Sociedad, Regulación, Ley.

ABSTRACT

This work aims to analyze the most relevant legal issues related to novel organizations known as DAOs or Decentralized Autonomous Organizations. The revolutionary nature of this new way of structuring and managing organizations lies in an automated computer system based on "smart contracts" and DLT/Blockchain networks in which computer code and algorithms become their source of internal regulation. Currently, there is a legal lack of DAOs regulation and the way in which they could be ruled is controversial, on one hand, there are those who defend that DAOs are autonomous codes that can operate independently of any legal system, while on the other hand, we find the advocates of more traditional models. Due to the evolutionary progress of computing and sectors related to AI, ML, FinTech and IoT, these organizations will gradually be adopted by various market players, so it will be necessary for legal systems to adapt to this technological reality and develop a legislative policy that provides legal certainty to the innovation brought about by their special nature and operation, as well as new forms of governance and transparency to ensure the rights of the parties involved in the legal business managed or affected by the activity of DAOs. Therefore, the purpose of this research is to explore the legal challenges encountered, attempting to respond to the problems and doubts that have arisen since their emergence.

Keywords: DAOs, Blockchain, Smart Contracts, Artificial Intelligence, Corporation, Regulation, Law.

LISTADO DE ABREVIATURAS

CC: Código Civil

CE: Comisión Europea

CNMV: Comisión Nacional del Mercado de Valores

DAO: Decentralized Autonomous Organizations (Organizaciones autónomas descentralizadas)

DeFi: Decentralized finance

DLT: Distributed ledger technology

EBP: Enterprise Blockchain Partnership

EBSI: European Blockchain Services Infrastructure

EE.UU: Estados Unidos

EM: Estados Miembros

ESG: Environmental, Social and Governance

ETH: Ethereum

FinTech: Finance and Technology

IA: Inteligencia artificial / AI: Artificial intelligence

ICO: initial coin offering

IoT: Internet of Things

IPA: Interfaz de programación de aplicaciones / API: Application programming interface

LOPDGDD: Ley Orgánica de Protección de Datos y Garantía de Derechos Digitales

LSC: Ley de Sociedades de Capital

MiCA: Markets in Crypto-Assets

ML: Machine Learning

NDA: Non-disclosure agreements

NFT: Non fungible tokens

P2P: Peer to peer

RGPD: Reglamento General de Protección de Datos / GDPR: General Data Protection Regulation

S.A: Sociedad Anónima

S.L: Sociedad Limitada

UE: Unión Europea / EU: European Union

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| I. INTRODUCCIÓN | 6 |
| II. CONTEXTO ECONÓMICO Y TECNOLÓGICO DE LAS DAOs | 7 |
| 2.1 Concepto y características de las DAOs | 7 |
| 2.1.1 <i>Concepto y definiciones</i> | 7 |
| 2.1.2 <i>Características</i> | 10 |
| 2.2 Origen y evolución | 12 |
| 2.2.1 <i>Historia: THE DAO 2016</i> | 12 |
| 2.2.2 <i>Surgimiento y aspectos</i> | 15 |
| a) <i>Aspecto Económico</i> | 16 |
| b) <i>Aspecto Tecnológico</i> | 19 |
| III. ANÁLISIS Y FUNCIONAMIENTO DE LAS DAOs | 21 |
| 3.1 Tecnologías DLT y Blockchain | 21 |
| 3.1.1 <i>Concepto y definición</i> | 21 |
| 3.1.2 <i>Origen y evolución</i> | 25 |
| 3.1.3 <i>Características</i> | 26 |
| 3.2 DAOs y Tecnología blockchain | 30 |
| 3.3 Mercados de las DAOs | 34 |
| 3.3.1 <i>Situación actual</i> | 34 |
| 3.3.2 <i>Proyección a medio o largo plazo</i> | 37 |
| IV. NATURALEZA Y ASPECTOS JURÍDICOS DE LAS DAOs | 38 |
| 4.1 Cuestiones Jurídicas | 39 |
| 4.1.1 <i>Naturaleza Jurídica de los tokens</i> | 39 |
| 4.1.2 <i>Naturaleza Jurídica de los smart contracts</i> | 40 |
| 4.1.3 <i>Naturaleza Jurídica de las DAOs</i> | 43 |
| 4.2 El papel de la inteligencia artificial | 46 |
| V. POLÍTICA LEGISLATIVA EUROPEA PARA LAS DAO | 51 |
| 5.1 Normativa Europea con posibles implicaciones | 52 |
| 5.2 Propuestas regulatorias | 54 |
| 5.1.1 <i>El Sandbox como propuesta regulatoria</i> | 54 |
| 5.2.2 <i>Smart contract de transparencia como propuesta regulatoria</i> | 58 |
| VI. CONCLUSIONES | 60 |
| VII. ANEXO | 63 |
| VIII. BIBLIOGRAFIA | 71 |
| 8.1 Legislación | 71 |
| 8.2 Obras Doctrinales | 73 |
| 8.3 Recursos de Internet y documentos institucionales | 81 |

I. INTRODUCCIÓN

El surgimiento de la tecnología *blockchain* y las criptomonedas ha dado lugar a un nuevo tipo de organización autónoma descentralizada, conocida como DAO (por sus siglas en inglés). Las DAOs, como su propio nombre indica, son organizaciones autónomas descentralizadas que operan de forma independiente sin necesidad de una estructura jerárquica o centralizada. Este modelo organizativo ha captado mucha atención y popularidad en los últimos años gracias a su innovadora forma de gestionar y organizar sociedades. Así, a través del uso de *smart contracts*, las organizaciones permiten tomar decisiones y gestionar recursos proporcionando una forma más transparente, eficiente y autónoma de organización, permitiendo a los participantes tener un mayor control sobre sus recursos y decisiones.

No obstante, las DAOs plantean importantes desafíos legales y regulatorios. Esto se debe a que son organizaciones que operan en línea y no tienen una sede o entidad centralizada, lo cual dificulta la aplicación de las leyes y regulaciones vigentes. Además, la falta de transparencia y la posibilidad de que las DAOs puedan ser utilizadas para actividades ilícitas como el blanqueo de dinero o la financiación del terrorismo, plantean importantes desafíos regulatorios. Asimismo, la dificultad de definir quién es el responsable de las decisiones tomadas y la gestión de recursos en una DAO obstaculizada la determinación de la responsabilidad legal y la rendición de cuentas. Todo ello pone de manifiesto la urgencia por desarrollar un marco jurídico que regule esta innovadora forma de organización.

El objetivo de este trabajo es analizar las DAOs y su naturaleza descentralizada, así como los desafíos jurídicos a los que se enfrentan. Para ello, se empleará una metodología basada en la investigación y recopilación de materiales bibliográficos relevantes, los cuales serán analizados y sintetizados para posteriormente interpretar la información obtenida en el siguiente orden.

En primer lugar, analizaré qué hay detrás del concepto de DAO y cuáles son sus características principales, así como la historia de su surgimiento y en qué consiste su funcionamiento. En segundo lugar, realizaré una tarea de investigación y análisis en la que se abordarán los aspectos y la naturaleza jurídica de las DAOs y de otros elementos relevantes. Dado que la falta de regulación de las DAOs es uno de los temas más preocupantes, se llevará a cabo un análisis exhaustivo para

comprender por qué y cómo han renunciado hasta el momento a una adecuada regulación. A su vez, resulta de interés para el propósito de este trabajo, entender las similitudes de las DAOs con la inteligencia artificial y analizar si la regulación europea desarrollada para la IA puede servir como punto de partida en el desarrollo de una regulación para las DAOs.

En tercer lugar, expondré la normativa europea que se ha ido desarrollando con relación a las nuevas tecnologías, con el objetivo de analizar sus posibles implicaciones en la regulación de las DAOs. En este sentido, se explorarán las directrices y recomendaciones de la Unión Europea relativas a la IA y otras tecnologías emergentes. Desde esta perspectiva, propondré dos iniciativas con las que abordar los desafíos a los que se enfrenta el legislador en la regulación de las DAOs. Estas iniciativas tendrán como objetivo encontrar soluciones que garanticen la integridad de estas innovadoras organizaciones y la seguridad del mercado en un entorno en constante evolución.

II. CONTEXTO ECONÓMICO Y TECNOLÓGICO DE LAS DAOs

2.1 Concepto y características de las DAOs

2.1.1 Concepto y definiciones

El término organización proviene del francés *organisation* y hace referencia a la asociación de personas reguladas por un conjunto de normas en función de determinados fines¹. Por otro lado, por autónomo del griego αὐτόνομος, se entiende de aquel que se autogobierna o trabaja por cuenta propia². Por último, por descentralizar comprendemos transferir a diversas corporaciones u oficinas parte de la autoridad que antes ejercía un gobierno centralizado³.

¹Real Academia Española, s.v. "Organización," *Diccionario de la lengua española*. (Disponible en <https://dle.rae.es/organizaci%C3%B3n>; último acceso el 15/09/2022)

²Real Academia Española, s.v. "Autónomo", *Diccionario de la lengua española* (Disponible en <https://dle.rae.es/aut%C3%B3nomo>; último acceso el 15/09/2022)

³Real Academia Española, s.v. "Descentralizar", *Diccionario de la lengua española* (Disponible en <https://dle.rae.es/descentralizar?m=form> ; último acceso el 15/09/2022)

Es importante llegar a una definición correcta o específica de lo que comprende una Organización Autónoma Descentralizada (DAO) ya que se han dado muy diversas definiciones de esta dentro del sector.

Vitalik Buterin -cofundador de Ethereum- fue responsable de introducir el término “DAO” en 2013 en el *White paper* de Ethereum, definiéndolo como una entidad que vive en Internet y existe de forma autónoma, pero que también depende en gran medida de la colaboración de personas en la realización de ciertas tareas que el propio autómata no puede hacer. Así, los miembros que la forman tienen derecho a gastar los fondos de la entidad y modificar su código. De esta manera, Buterin defendía que el objetivo de la DAO es replicar *“los rasgos legales de una empresa tradicional o sin ánimo de lucro, pero utilizando únicamente la tecnología criptográfica de la cadena de bloques para su aplicación”*⁴.

Algunas de las plataformas de DAO más populares otorgan definiciones de las DAOs similares a la anterior. La plataforma DAOstack defiende que se trata de una *“red de actores interesados sin un organismo central de gobierno”*⁵, mientras que la plataforma Aragon defiende que se trata de una entidad que está regulada *por un conjunto de reglas automáticamente ejecutables en una blockchain pública*⁶.

Por otro lado, en 2018 De Filippi y Hassan en una primera aproximación la definieron como *“una organización autogestionada y controlada única y exclusivamente por un conjunto incorruptible de reglas, implementadas bajo la forma de un smart contract (contrato inteligente)”*⁷. Añadiendo que *“representa el estado más avanzado de la automatización, en el que la organización basada en la cadena de bloques no está dirigida por humanos o el consenso del grupo, sino enteramente*

⁴ Vitalik Buterin, “A next-generation smart contract and decentralized application platform”, white paper, (2013). (Disponible en https://blockchainlab.com/pdf/Ethereum_white_paper-a_next_generation_smart_contract_and_decentralized_application_platform-vitalik-buterin.pdf)

⁵ DAOstack (Disponible en <https://daostack.io> ; último acceso 18/09/2022)

⁶ Aragon (Disponible en <https://aragon.org/dao> ; último acceso 18/09/2022)

⁷ Primavera, De Filippi and Samer Hassan. "Blockchain technology as a regulatory technology: From code is law to law is code." *arXiv preprint arXiv:1801.02507* (2018): 12.

por contratos inteligentes, algoritmos y código determinista”⁸. Si bien, recientemente tras resumir las distintas definiciones que circulan, han formulado una nueva definición “*Una DAO es un sistema basado en blockchain que permite a las personas coordinarse y gobernarse a sí mismos a través de un conjunto de reglas autoejecutables desplegadas en un blockchain, y cuya gobernanza es descentralizada (es decir, independiente del control central)*”⁹.

Asimismo, DAO también se describe como “*una innovación en el diseño de organizaciones, en su énfasis en las normas y contratos informáticos en una era de tecnología blockchain y las estructuras descentralizadas, donde las estructuras y funciones de las DAO también plantean cuestiones de gobernanza*”¹⁰.

Además, algunos autores distinguen entre la posibilidad de que las DAOs se gobiernen “on-chain” o “off-chain”¹¹. Lo cual pone de manifiesto que estamos ante un concepto amplio y abierto a distintas interpretaciones. También están aquellos autores que apuestan por una definición más social, como es el caso de El Faqir, Arroyo y Hassan que definen a una DAO como un conjunto de personas con objetivos en común que se juntan a través de una infraestructura de *blockchain* con la idea de poder cumplir una conjunto de reglas conjuntamente establecidas¹².

A modo de ilustrar esta última idea, imagina que un grupo de amigos quiere comprar un velero para disfrutarlo conjuntamente. Deciden formar una DAO determinando con cuánto dinero va a contribuir cada miembro del grupo además de qué cantidad deberán invertir para el mantenimiento y funcionamiento del barco. Posteriormente, crean un *smart contract* que se ejecutará en un sistema de *blockchain*, donde cada miembro participará con la cantidad que hayan acordado en forma de criptomoneda. A cambio de dicha contribución reciben una cantidad de *tokens*

⁸ Primavera De Filippi and Aaron Wright, "Blockchain and the law: the rule of code". Harvard University Press, (2018): 42-46.

⁹ Samer Hassan and Primavera De Filippi. "Decentralized autonomous organization." *Internet Policy Review* 10, no. 2 (2021): 2.

¹⁰ Usman W. Chohan "The decentralized autonomous organization and governance issues." (2017): 5.

¹¹ En una gobernanza “on-chain” las decisiones serían tomadas de manera colectiva, mientras que en una gobernanza “off-chain” estas serían tomadas por los desarrolladores.

¹² Youssef Faqir-Rhazoui, Javier Arroyo Gallardo, and Samer Hassan, "An overview of decentralized autonomous organizations on the blockchain." (2020): 1-3

proporcional que representará su participación en la DAO y su derecho a votar en las decisiones importantes relacionadas con el velero y su disfrute. De esta manera, una vez financiada la actividad, el contrato inteligente se autoejecuta y se efectúa la compra del velero. Desde ese momento, los miembros de la DAO podrán hacer uso del barco conforme a las normas y protocolos recogidos en el *smart contract*. Algunos ejemplos de dichos protocolos pueden ser un sistema de reservas en el que se determine cuantos días al mes le corresponde a cada miembro usar el barco o una norma que obligue repostar el velero cada vez que se saque a navegar.

La cantidad de definiciones que circulan sobre las DAOs pone de manifiesto la atención que reciben en el ámbito de las nuevas tecnologías y los cripto-activos. Además, considero que las mismas nos permiten desarrollar una mayor comprensión de lo que es una DAO y qué herramientas necesita para su funcionamiento. De hecho, son un buen punto de partida para entender sus posibles aplicaciones, así como lo principales desafíos a los que se enfrentan. Sin embargo, no podemos olvidar que las definiciones actuales del concepto de DAO son limitadas y cambiantes en cuanto que las nuevas tecnologías están en constante evolución, a lo que se le suma, la falta de un reconocimiento legal. Por ello, se requiere de manera urgente que académicos y expertos se vuelquen en su análisis y estudio.

2.1.2 Características

A pesar de la falta de unanimidad a la hora de otorgar una definición al concepto objeto de estudio, tras analizar diversas definiciones he observado que todas ellas comparten una serie de elementos en común que nos permiten distinguir aquellas características principales de una DAO.

En primer lugar, como ya he mencionado, estamos ante entidades que se caracterizan por ser *descentralizadas*. La descentralización es un concepto que a lo largo de la historia ha sido aplicado, principalmente, en el ámbito de los gobiernos nacionales y la ciencia política. No obstante, el concepto de “descentralización” es aplicable a diversas disciplinas incluyendo el campo de las finanzas y los sistemas cripto-económicos. Dentro del ámbito de los cripto-activos, el ya mencionado Vitalik Buterin, es el propulsor de la definición de descentralización más utilizada¹³.

¹³Henrik Axelsen, Johannes Rude Jensen y Omri Ross, "When is a DAO Decentralized?," *Complex Systems Informatics and Modeling Quarterly* 31 (2022): 51-75.

Por tanto, en lugar de una estructura jerárquica gestionada por un conjunto de seres humanos que interactúan en persona y controlan la propiedad a través de un sistema legal, una organización descentralizada implica un conjunto de seres humanos que interactúan entre sí de acuerdo con un protocolo especificado en el código y aplicado en la *blockchain*¹⁴. De esta forma, las DAOs se rigen por los principios de igualdad, voluntariedad, reciprocidad y beneficio mutuo, y están impulsadas por la dotación de recursos de los individuos a la comunidad¹⁵. Otra forma de entender el concepto de descentralización nos lo presentan Virovets y Obushnyi al establecer que las DAOs a través de los *smart contracts*, son gobernadas por reglas codificadas que se ejecutan automáticamente dentro de una infraestructura descentralizada¹⁶. En otras palabras, la descentralización de una DAO consiste en la distribución de poder de toma de decisiones y responsabilidad en una red de nodos, sin necesidad de un intermediario centralizado.

Por otro lado, estas entidades se caracterizan por ser *autónomas y/o automatizadas*. Como consecuencia de la intensa evolución de la tecnología digital se ha desarrollado la idea del *Code is law* (el código es la ley), lo que viene a comprender el código como la forma predominante de regular el comportamiento de los usuarios de internet, al estar dotado de unas características concretas que lo hacen totalmente distinto a otros tipos de regulación¹⁷. Aplicando esta idea a las DAOs, estaríamos ante organizaciones distribuidas, donde el poder está descentralizado y la gestión no se encuentra basada en un sistema burocrático sino en la autonomía de la comunidad¹⁸. Esto implica que una DAO no puede ser influenciada por factores externos ya que actúa de manera independiente al funcionar a través de *smart contracts* (código) que son ejecutados automáticamente sin ningún tipo de intervención humana. Si bien, a pesar de que el código computacional puede ser más eficiente que el legal en la implementación de normas, veremos a lo largo de este trabajo las limitaciones que presenta, sobre todo por la dificultad de trasladar la

¹⁴ Vitalik, Buterin. "DAOs, DACs, DAs and more: An incomplete terminology guide". Ethereum Blog 6 (2014). (Obtenido de <https://blog.ethereum.org/2014/05/06/daos-dacs-das-and-more-an-incomplete-terminology-guide>; último acceso (3/03/2023))

¹⁵ Shuai Wang, Wenwen Ding, Juanjuan Li, Yong Yuan, Liwei Ouyang, and Fei-Yue Wang, "Decentralized autonomous organizations: Concept, model, and applications," IEEE Transactions on Computational Social Systems 6, no. 5 (2019): 870-878.

¹⁶ Denys Virovets and Sergiy Obushnyi, "Decentralized Autonomous Organizations as the New Form of Economic Cooperation in Digital World," The USV Annuals of Economics and Public Administration 20, no. 2 (2020): 43-44.

¹⁷ Primavera, De Filippi and Samer Hassan. "Blockchain technology as a regulatory technology", *op. cit.*, 1-6.

¹⁸ Wang et al., "Decentralized autonomous organizations...", *op. cit.*, 870-878.

ambigüedad y la flexibilidad de las normas jurídicas a un lenguaje computacional que pueda ser interpretado por una máquina.

Finalmente, podemos definir a estas entidades como *organizadas* y *ordenadas*. Esto se debe a que, gracias a los *smart contracts* sobre los que se fundamentan y que veremos a continuación, las reglas operativas de las DAOs, la responsabilidad y la autoridad de los participantes, y los términos de las remuneraciones y sanciones son públicos y transparentes. Como consecuencia, el código abierto u *open-source* de una DAO y su organización son totalmente transparentes e incorruptibles lo que proporciona un proceso de toma de decisiones claro y definido. Además, a través de una serie de reglas de gobierno, los derechos e intereses de los participantes se diferencian y acotan con precisión. Es decir, a los individuos que pagan, contribuyen y asumen responsabilidades se les asignan los poderes y beneficios correspondientes para promover la división del trabajo, la unificación del poder, las responsabilidades y los intereses con el fin de que el funcionamiento de la organización esté más coordinado y ordenado¹⁹.

2.2 Origen y evolución

2.2.1 Historia: THE DAO 2016

Para llegar a comprender con mayor claridad qué es un DAO y cuáles son los principales problemas jurídicos a los que se enfrenta, resulta interesante analizar el surgimiento de la primera DAO, experimento de corta duración en materia de gobierno organizativo que intentó utilizar la autoridad algorítmica a través de las tecnologías de criptomoneda y *blockchain* con el fin de transformar las formas de las sociedades en diseños más transparentes, eficientes, justos y democráticos²⁰.

Slock.it, una pequeña empresa de *blockchain*, comienza en 2015 a desarrollar un marco de organizaciones autónomas descentralizadas, aceptando contribuciones de la comunidad del *software* de *open-source*. Un año más tarde construye un diseño en la plataforma Ethereum y

¹⁹ Wang et al., "Decentralized autonomous organizations...", *op. cit.*, 870-878.

²⁰ Quinn DuPont, "Experiments in algorithmic governance: A history and ethnography of "The DAO," a failed decentralized autonomous organization," en *Bitcoin and Beyond*. Routledge, (2017): 157.

paralelamente se va formando una gran comunidad alrededor del marco *open-source*. En marzo 2016, Christoph Jentzsch (miembro de Slock.it) publica en Github el código de lo que acabó por denominarse “The DAO”. En su *white paper* describe la implementación de dicho código con el cual pretende automatizar el gobierno y la toma de decisiones de las organizaciones a través de la utilización de contratos inteligentes escritos en la *blockchain* the Ethereum²¹. La comunidad creada pasa a denominarse DAOhub, nombrando a doce “comisarios” de la talla de Vitalik Buterin²².

El modelo creado por unas novecientas líneas de código fue el *crowdfunding* de inversión más exitoso de aquella época. Se trataba de un fondo de capital de riesgo basado en Ethereum, en el que los contribuyentes podían votar directamente los proyectos propuestos. Los inversores intercambiaban *Ethers*²³ por *tokens* durante una Oferta Inicial de Monedas (ICO). Posteriormente, estos votaban los nuevos proyectos con sus votos o *tokens*. En mayo de 2016 “The DAO” recaudó alrededor de 150 millones de dólares convirtiéndose en la mayor campaña de *crowdfunding* hasta la fecha. Con este modelo se pretendía permitir a los inversores financiar y gestionar directamente nuevas empresas. Como “The DAO” estaba respaldada por Ethereum, se podía programar una compleja lógica empresarial y, una vez puesta en marcha, la organización sería prácticamente infranqueable. La cadena de bloques garantizaría que todas las transacciones comerciales y los cambios organizativos quedarán registrados de forma inmutable en un libro de contabilidad público controlado por una gran red descentralizada de ordenadores.

Sin embargo, en junio de 2016 el código de “The DAO” sufrió un error, aprovechándose del mismo, una persona desconocida transfirió 11,5 millones de *Ethers* por valor de más de 50

²¹ Christoph Jentzsch, "Decentralized Autonomous Organization to Automate Governance," White Paper, (2016).

²²Quinn DuPont, "“The DAO,” a failed decentralized autonomous organization," *op. cit.*, 158-163.

²³ Creado en 2015, *Ether* es conocido como el motor para el funcionamiento de la plataforma Ethereum. El Ether, al igual que otras monedas digitales, puede utilizarse para pagar bienes y servicios. Pero también se utiliza para apoyar el desarrollo de aplicaciones en la red Ethereum.

millones de dólares a su monedero²⁴. Lo que supuso que “The DAO” perdiera más de un tercio de sus fondos²⁵.

Si bien, es cierto que el protocolo de Ethereum se ejecutó como estaba previsto, en un primer momento hubo opiniones controvertidas. Por un lado, algunos miembros de *The Ethereum foundation* defendieron la premisa del código es la Ley. Entendiendo que solo estaban vinculados por la ejecución del código. De manera que el fallo de este era un riesgo inherente a la participación de la DAO debiendo los afectados asumir las pérdidas. Por otro lado, surgió una postura que denunciaba que los afectados habían sido víctimas de un delito y que por tanto debía de repararse el daño causado y perseguir al autor de este²⁶.

La fundación finalmente decidió devolver los fondos robados a los inversores de “The DAO”, por medio de un *hard fork*²⁷ a través del cual se trató de dejar sin valor al *token* originario, otorgando a su vez, mayor valor al nuevo. Una de las principales consecuencias de esta decisión fue una violación del principio de inmutabilidad por el cual se establece que las aplicaciones descentralizadas han de funcionar tal y como están programadas²⁸.

A pesar del fracaso de esta primera DAO derivado de vulnerabilidades del código del *smart contract* de Ethereum, la mayoría de estos problemas se han resuelto en la actualidad. De hecho, el interés de crear organizaciones descentralizadas a través del *blockchain* sigue vigente, pero a sabiendas de que cualquier DAO opera bajo la lógica de los contratos inteligentes y que debido a la naturaleza del código y a la existencia de lagunas legales al respecto, existen potenciales riesgos.

²⁴ Wang et al., "Decentralized autonomous organizations...", *op. cit.*, 870-878.

²⁵ S. Tikhomirov, E. Voskresenskaya, I. Ivanitskiy, R. Takhaviev, E. Marchenko, and Y. Alexandrov, "Smartcheck: Static Analysis of Ethereum Smart Contracts," in Proceedings of the 1st International Workshop on Emerging Trends in Software Engineering for Blockchain, ed. L. Zhang, M. Dumas, and X. Wang. New York: ACM Press, (2018): 9-16.

²⁶ Quinn DuPont, "'The DAO,' a failed decentralized autonomous organization," *op. cit.*, 158-165.

²⁷ Un "hard fork" supone que el blockchain es copiado en una nueva versión con algunas diferencias (e.g. distintas normas o bloques eliminados). Esto da lugar a dos posibles caminos que puede tomar el blockchain. Si bien, normalmente se considera sólo uno de ellos como el camino "correcto".

²⁸ S. Tikhomirov et al. "Smartcheck: Static Analysis of Ethereum Smart Contracts," in Proceedings of the 1st International Workshop on Emerging Trends in Software Engineering for Blockchain, ed. L. Zhang, M. Dumas, and X. Wang. New York: ACM Press, (2018): 9-16.

2.2.2 Surgimiento y aspectos

La primera forma societaria surgió en la Antigua Roma y se trataba de un privilegio tradicionalmente concedido por el Estado a las entidades que perseguían objetivos de interés público. A partir del siglo XVII, la forma societaria se extendió gradualmente a las empresas con fines lucrativos por el interés Estatal de fomentar las exploraciones coloniales²⁹. La transformación de la forma societaria, que pasó de ser un privilegio especial (*ius singulare*) a un formato empresarial de uso generalizado, se produjo en el siglo XIX como resultado de la elaboración doctrinal del concepto de personalidad jurídica³⁰. Desde entonces, las formas corporativas de organización y su estructura no habían cambiado mucho. Por ello, el surgimiento de las DAOs resulta tan innovador y novedoso.

La principal diferencia entre las organizaciones tradicionales y el modelo descentralizado de las DAOs es que las reglas se establecen como un programa informático inmutable. Dichas reglas no pueden cambiarse fácilmente y son resistentes a los ataques directos. Las organizaciones tradicionales suelen pertenecer a una sola persona o a un grupo de personas interesadas y están registradas de manera centralizada por los gobiernos. Estas organizaciones siguen una estructura jerárquica en la que la toma de decisiones suele estar en manos de un pequeño grupo de individuos. En una DAO todas las relaciones entre los participantes deben ser codificadas mediante la ejecución digital y el posterior registro de los cambios correspondientes en el libro mayor o *ledger*, por lo que las decisiones se ejecutan sin ninguna intervención manual. Esto permite que las decisiones se ejecuten de forma autónoma y descentralizada (*Vid. Anexo Fig.1*).

Como ya he mencionado, “The DAO” fue creada con la idea de automatizar procesos. Analizando las razones que llevaron a Jentzsch a promover este tipo de organización podemos llegar a entender las causas que han dado lugar al surgimiento de las mismas y cuales son aquellas funciones que estas cumplen. Así, en la introducción de su *white paper*, Jentzsch establece que históricamente, las sociedades tradicionales han presentado dos problemas: el primero consiste en que las personas

²⁹ Barbara Abatino, Giuseppe Dari-Mattiacci, and Enrico C. Perotti, "Depersonalization of Business in Ancient Rome," *Oxford Journal of Legal Studies* 31, no. 2 (2011): 365-389

³⁰Ron Harris, "The Transplantation of the Legal Discourse on Corporate Personality Theories: From German Codification to British Political Pluralism and American Big Business," *Washington and Lee Law Review* 63 (2006): 1460-1174.

no siempre siguen las normas y el segundo en que la gente no siempre está de acuerdo con lo que las normas exigen realmente. No obstante, el incumplimiento de las normas dentro de una organización no siempre es obvio, y a pesar de la existencia de responsabilidad civil o penal derivado del mal comportamiento de empresas o directivos, las consecuencias pueden no llegar a ser reconfortantes o equivalentes al daño sufrido por el inversor que ha perdido su dinero. Además, Jentzsch denuncia que el *crowdfunding* fomenta este problema, al llevar a pequeños inversores a poner dinero en grandes proyectos, siendo los primeros vulnerables a una mala *praxis* financiera o a fraudes. También hace hincapié en el poco poder de algunos inversores en la toma de decisiones o la resolución de problemas de las organizaciones³¹.

Como solución a estos problemas, se decidió crear Ethereum, una comunidad digital, de colaboración *peer-to-peer* (P2P) de inversores y emprendedores, adoptando una tecnología de *blockchain* que integre un lenguaje de programación completo con la funcionalidad de procesamiento de contratos inteligentes o *smart contracts*³².

A raíz de este primer experimento se han ido desarrollando muchos otros, lo que ha dado lugar a debates y nuevas ideas respecto al concepto de DAO. Así, una de las principales consecuencias de estas organizaciones autónomas descentralizadas son las nuevas oportunidades que presentan en el mundo digital. Por un lado, vamos a tratar el aspecto económico de estas nuevas formas de organizaciones. Para más tarde, centrarnos en el aspecto tecnológico de las mismas.

a) Aspecto Económico

Las DAOs tienen el potencial para introducir una nueva era en la economía de las organizaciones, que transforme el panorama corporativo global de las organizaciones jerárquicas a organizaciones democráticas y distribuidas impulsadas por el espíritu empresarial y las innovaciones organizativas.

³¹ Christoph Jentzsch. "Decentralized Autonomous Organization to Automate Governance.", *op. cit.*

³² Carlos Santana and Laura Albareda, "Blockchain and the emergence of Decentralized Autonomous Organizations (DAOs): An integrative model and research agenda," *Technological Forecasting and Social Change* 182 (2022): 1-2.

Como ya sabemos, las DAOs operan de forma autónoma a través de la participación de una comunidad de contribuyentes que utilizan reglas democráticas “*off-chain*” y procesos de votación directa basados en la transparencia y los incentivos de *tokens*. Cada DAO ha creado su propio *token*, es decir, un activo negociable o una utilidad basada en la criptomoneda. Así, los *tokens* representan los “*activos digitales negociables y la prueba de los derechos e intereses*” de cada inversor-contribuyente de la DAO³³. Además, a través de la utilización de *tokens* para incentivar y reforzar la participación y el comportamiento de los contribuyentes, las DAOs pueden crear sus propios sistemas de reputación basados en intercambios de *tokens* que reflejan la credibilidad y poder de los *token-holders* en la organización.

Las DAOs son también una evolución natural de las formas de gobierno, que se asocia con nuevas fuentes de financiación empresarial o modelos de negocios, por ello, resulta interesante diferenciar las DAOs de otras tendencias recientes como el *crowdfunding* y las ICOs (*initial coin offerings* u ofertas iniciales de moneda). Se tratan de formas innovadoras de financiación que todavía recurren a mecanismos convencionales de gestión corporativa.

El *crowdfunding* es la primera forma de financiación para *startups* que surgió en 2008 gracias a la digitalización. La diferencia con una ICO es el tipo de recompensa. En esta última, los empresarios lanzan una campaña de *crowdfunding* para recaudar dinero a cambio de *tokens*. En ambos casos, la mayoría de las decisiones de las empresas siguen estando en manos de los empresarios. Aunque se pueden llevar a cabo actividades en las que se involucre a los inversores o la comunidad en ciertas decisiones, en última instancia la toma de decisiones sigue siendo centralizada y jerárquica. Mientras que en las DAOs se da un paso más allá. La organización recibe fondos mediante la emisión de *tokens* vendidos a un grupo de inversores, como en el caso de las ICOs, pero con la distinción de que, en el caso de las primeras, la gestión es totalmente pública y descentralizada³⁴.

En los últimos años, un número cada vez mayor de emprendedores ha decidido recaudar fondos a través del *crowdfunding* o las ICOs. Además, muchas empresas también han decidido operar a

³³ Wang et al., “Decentralized autonomous organizations...”, *op. cit.*, 874.

³⁴ Federico Fasolato and Mattia Raggio. “ICO or crowdfunding? An empirical analysis of fundraising strategies.” (2018): 89-97.

través de plataformas como Uber o Glovo. Así, una organización autónoma descentralizada podría ser un buen marco de gobierno corporativo para este tipo de empresas innovadoras. Ya que las DAOs permiten una toma de decisiones distribuida en la que tanto el empresario como los inversores pueden formar parte de las decisiones relativas a la estrategia corporativa, la distribución de beneficios, entre otras cosas³⁵.

En el ámbito de las finanzas empresariales, los estudios futuros podrían investigar los factores de éxito de las actividades de recaudación de fondos de las DAOs. Del mismo modo, la investigación futura podría comparar estos factores con otras formas organizativas. Así mismo, también se podría ver cómo interactúan las DAOs con los nuevos mecanismos de financiación descentralizada, como las ICO o las NFT. Actualmente, un gran número de DAOs se financian a través de ICOs³⁶. De hecho, Buterin teorizó dos cambios radicales en el paradigma de las ICOs que de implementarse podrían dar lugar al concepto de DAICO. Este concepto recoge algunos elementos tradicionales de las ICOs junto con otras características típicas de las Organizaciones Autónomas Descentralizadas, con el fin de eliminar o minimizar el riesgo de que los miembros de la organización utilicen indebidamente los fondos recaudados. Al igual que una ICO tradicional, la DAICO es publicada por un equipo de desarrolladores con el objetivo de recaudar dinero para financiar su proyecto. Seguidamente, se establece un contrato en “modo de contribución” en el que las personas interesadas pueden enviar sus *Ethers*, recibiendo a cambio los *tokens*. Al final de la oferta pública, los inversores ya no pueden contribuir y los *tokens* se vuelven negociables. Por otro lado, los fondos recaudados no están disponibles de manera inmediata, sino que el acceso a los mismos es gradual en función de un parámetro del contrato llamado *tap* –grifo–, que determina la cantidad de fondos máxima por segundo que los autores pueden retirar. De hecho, los desarrolladores no pueden aumentar dicho máximo, aunque sí disminuirlo, mientras que los titulares de los *tokens* pueden votar para modificar dicha cantidad, destruir el contrato y retirar sus contribuciones. Esto permite reducir riesgos, permitiendo a los inversores recuperar su dinero en caso de conductas fraudulentas o engañosas³⁷. (*Vid. Anexo Fig.2*).

³⁵ Cristiano Bellavitis, Christian Fisch, and Paul P. Momtaz. "The rise of decentralized autonomous organizations (DAOs): a first empirical glimpse." (2022): 3-6.

³⁶ *Ibid*: Cristiano Bellavitis et al., "The rise of decentralized autonomous organizations (DAOs): a first empirical glimpse." (2022): 3-6.

³⁷ Federico Fasolato and Mattia Raggio. "ICO or crowdfunding?...", op. cit., 71-72.

Aplicando todo lo anterior, entendemos que la estructura económica de la DAO, debido a sus características, puede adoptar prácticamente cualquier forma y modelo de gestión. Por ello, la tecnología *blockchain* permite crear una economía digital más justa, segura e inclusiva. Es más, con su sistema de registro descentralizado y seguro puede proporcionar a los usuarios la capacidad de realizar transacciones y controlar sus propios datos y activos digitales sin necesidad de un intermediario como el banco. Esto permite reducir costes, aumentar la eficiencia y promover una mayor cooperación económica global³⁸.

Desde mi punto de vista, considero que también se podrían plantear unas estructuras híbridas, en las que se diesen ejecuciones tanto digitales como físicas. De esta manera, se combinarían las características de las DAOs con los elementos de organizaciones centralizadas como los bancos o notarias. Permitiendo disfrutar de los beneficios de la descentralización y de la tecnología *blockchain* manteniendo, a su vez, funciones centralizadas para poder operar en el mundo legal y/o financiero³⁹.

b) Aspecto Tecnológico

Según la visión original de las organizaciones autónomas descentralizadas propuestas por Buterin, una DAO es una organización pseudo-legal dirigida por un conjunto de agentes humanos y robóticos. Cuando hablamos de agentes robóticos nos referimos a reglas algorítmicas ejecutadas en el *blockchain* distribuido de Ethereum que responden automáticamente a las entradas o *inputs* en función de las reglas programadas. Conforme a dichos *inputs* y a la lógica preprogramada almacenada en una *blockchain* distribuida, la idea es que una DAO inicie de manera automática una acción irreversible o inmutable. Así, dentro de las distintas acciones que podría llevar a cabo una DAO encontramos la distribución de criptodivisas como los *Ethers*, la emisión de un resultado, la activación de un *software*, etc.⁴⁰

³⁸ Julie, Maupin. "The G20 countries should engage with blockchain technologies to build an inclusive, transparent, and accountable digital economy for all." No. 2017-48. Economics Discussion Papers, (2017): 1-3.

³⁹ Denys Virovets and Sergiy Obushnyi, "Decentralized Autonomous Organizations as the New Form of Economic Cooperation in Digital World", *op. cit.*, 41-52.

⁴⁰Quinn DuPont, "'The DAO,'" a failed decentralized autonomous organization," *op. cit.*, 159-160.

Por tanto, podemos observar que el surgimiento de las DAOs se basa en dos grandes fenómenos subyacentes: cambios en las plataformas digitales y las organizaciones descentralizadas, y la aparición de tecnologías de la información avanzadas.

En las últimas décadas, las plataformas digitales y las comunidades de *open-access*⁴¹ han adoptado nuevas tecnologías que les han permitido lanzar nuevos productos, servicios y modelos de negocio, lo que ha transformado la forma en la que las empresas se organizan y crean valor⁴². Así, las cadenas de bloques o *blockchains* han introducido nuevas tecnologías que permiten la descentralización en la gestión de las organizaciones, eliminando la necesidad del control o supervisión de terceros. Se puede por tanto concluir, que gracias a la tecnología *blockchain*, que analizaré a continuación con mayor profundidad, se han podido crear las DAOs. Su estructura interna consiste en una cadena de bloques en la que los usuarios pueden interactuar según el protocolo programado, sin necesidad de la intervención de terceros, o, en otras palabras, de manera descentralizada⁴³.

Si bien, desde una perspectiva técnica he de indicar que, la creación de una DAO necesita la intervención de una persona en la toma de decisiones para poder trazar la automatización de los procesos, identificar las oportunidades, etc. La acción humana también puede ser necesaria para garantizar que se cumplen ciertos requisitos operativos fuera de la *blockchain*, como la función de gestión, el arbitraje, la comunicación del equipo o la contratación. Es decir, la vida de las organizaciones esta cada vez más influenciada por la interconexión entre lo social y lo material, lo que implica que humanos y máquinas han de trabajar juntos y tomar decisiones conjuntamente. Esto supone un reto, ya que resulta necesario averiguar cómo tratar esta convergencia de los seres humanos y la tecnología desde un punto de vista práctico⁴⁴. En el caso de las DAOs, se recurre al apoyo de tecnologías avanzadas, como el *blockchain* o la Inteligencia Artificial. De hecho, la

⁴¹ La naturaleza de la literatura de acceso abierto u *open access* (OA) es digital, en línea, gratuita y libre de la mayoría de los derechos de autor y licencias.

⁴² Carlos Santana and Laura Albareda, "Blockchain and the emergence of Decentralized Autonomous Organizations (DAOs)", *op. cit.*, 2-3.

⁴³ Laila Metjahic. "Deconstructing the DAO: The need for legal recognition and the application of securities laws to decentralized organizations." *Cardozo L. Rev.* 39 (2017).

⁴⁴ Wanda J. Orlikowski, "Sociomaterial practices: Exploring technology at work," *Organization studies* 28, no. 9 (2007): 1435-1448.

intervención humana en el sistema de las DAOs está regulada a través de reglas lógicas de funcionamiento codificadas en forma de *smart contract* o contrato inteligente. Estas reglas se pueden entender como un conjunto de “promesas”, que se pretenden cumplir a través de protocolos recogidos en el propio contrato inteligente⁴⁵.

III. ANÁLISIS Y FUNCIONAMIENTO DE LAS DAOS

3.1 Tecnologías DLT y Blockchain

3.1.1 Concepto y definición

La tecnología *blockchain* es un anglicismo que se viene a traducir como cadena de bloques.⁴⁶ Se trata de una de las tecnologías que conforman la DLT o *Distributed Ledgers Technology*. Si bien, existe una gran variedad de definiciones para los sistemas de tecnologías de registros distribuidos o *Distributed Ledgers Technology* (DLT). Por ello, aún no se ha desarrollado una definición homogénea para la misma. De hecho, podemos encontrar algunas definiciones que aluden únicamente a la tecnología *blockchain* sin diferenciar entre los distintos tipos de DLT que si bien, se parecen en muchos aspectos, también se diferencian en otros.

En cualquier caso, el Banco Mundial define a la tecnología de *ledgers* distribuida o DLT como “*Un enfoque novedoso y de rápida evolución para registrar y compartir datos a través de múltiples almacenes de datos (o libros de contabilidad). Esta tecnología permite registrar, compartir y sincronizar transacciones y datos a través de una red distribuida de diferentes participantes en la misma*”⁴⁷.

Además, hay una serie de características comunes entre la que destaca el hecho de que son sistemas distribuidos, esto permite escalar el número de nodos en una red DLT, de manera que cuantos más

⁴⁵ Denys Virovets and Sergiy Obushnyi, "Decentralized Autonomous Organizations as the New Form of Economic Cooperation in Digital World", *op. cit.*, 45.

⁴⁶ Real Academia Española. "Blockchain." Observatorio de palabras. (Obtenido de <https://www.rae.es/observatorio-de-palabras/blockchain> ; último acceso (27/10/2022))

⁴⁷ World Bank. "Distributed Ledger Technology and Blockchain." Fintech Notes (2017): 13.

nodos haya, más difícil será para un actor fraudulento atacar al protocolo de consenso utilizado por la DLT⁴⁸

Otra de las características principales de estas tecnologías es que están compartidas. Es decir, el *ledger* o libro mayor se comparte entre multitud de nodos, algunos de ellos son nodos completos porque incluyen una copia de todo el *ledger*, mientras que otros no contienen necesariamente una copia de la totalidad del mismo. Esto permite fomentar la transparencia y la eficacia del sistema. Además, también se caracterizan por ser inmutables, ya que las DLTs se criptan para hacerlas seguras, protegidas e inalterables⁴⁹

Por último, las DLTs son *append-only*, de manera que los participantes pueden escribir en el *ledger* nueva información, pero sin poder alterar o eliminar la información recogida con anterioridad⁵⁰.

Como ya he mencionado anteriormente, cuando intentamos buscar una definición de las tecnologías de DLT o *Blockchain*, debido a sus similitudes, es habitual encontrar confusiones entre ambos términos. No obstante, es fundamental entender que cuando hablamos de *blockchain* estamos ante un tipo de DLT, aunque no todas las DLTs sean *blockchain*.

Tras esta breve introducción sobre las DLTs, me voy a enfocar en la tecnología de *blockchain*, considerada una de las innovaciones más revolucionarias de estos últimos tiempos.

En la mayor parte de las investigaciones que se llevan a cabo en la actualidad, la definición de *blockchain* presenta un carácter un tanto informal. Asimismo, normalmente se define dentro de un contexto de uso específico. En el ámbito de las DAOs, podemos considerarla como una tecnología con el potencial de transformar las organizaciones a través de la criptografía⁵¹, que establece la confianza entre los actores y los contratos inteligentes.

⁴⁸ Dylan Yaga, Peter Mell, Nik Roby, and Karen Scarfone. "Blockchain technology overview." arXiv preprint arXiv:1906.11078 (2019): 3.

⁴⁹ *Ibid.*: Dylan Yaga et al. "Blockchain technology overview.", 2.

⁵⁰ Dylan Yaga et al. "Blockchain technology overview.", *op. cit.*, 2.

⁵¹ El término *criptografía* proviene de dos vocablos griegos: κρυπτός, que significa "escondido" y γραφία, "escritura". Según esta definición de carácter etimológico, la criptografía es la ciencia que estudia la escritura oculta. Si bien, para

El Banco Mundial la define como un tipo particular de estructura de datos utilizada en algunos *ledgers* distribuidos que almacena y transmite datos en paquetes llamados “bloques” que están conectados entre sí en una “cadena” digital. Las cadenas de bloques emplean métodos criptográficos y algorítmicos para registrar y sincronizar datos a través de una red de forma inmutable⁵².

También ha sido definida como una tecnología que permite la transferencia, conservación, inmutabilidad e integridad de los datos manteniendo un registro de las transacciones realizadas en un sistema a través de varios nodos distribuidos que están vinculados en una red *peer-to-peer*, todo esto, sin tener que depender de una autoridad central⁵³. De hecho, hasta hace no mucho, las bases de datos eran mantenidas mayoritariamente por intermediarios centralizados, como las grandes empresas de Internet o los operadores de la computación en la nube –como Amazon, Microsoft y Google–. Las cadenas de bloques están cambiando esta dinámica, impulsando una nueva generación de aplicaciones *P2P* desintermediadas, que dependen menos del control centralizado⁵⁴. (Vid. Anexo Fig.3).

3.1.2 Origen y evolución

La tecnología *blockchain* continua con lo que se conoce como la “ideología californiana” de los mercados libertarios y la libertad individual. Esta ideología, surgida en los años 60, buscaba la autonomía individual por medio de la tecnología permitiendo reemplazar el orden social y político existente⁵⁵. En los 90, surgió un grupo de activistas, denominados *cypherpunks* que continuaron abogando por sustituir a las autoridades centrales creando sistemas donde se protegiera la

precisar más el concepto, podemos definirlo como el arte de escribir un lenguaje convenido mediante el uso de claves o cifras, es decir, la criptografía enseña a diseñar cifrarios (expresión sinónima de código o escritura secretos); la operación inversa es “criptoanalizar”: interpretar mediante análisis los cifrarios construidos por los criptógrafos. Vid.: Díaz, J. C. G. *Criptografía: historia de la escritura cifrada*. Editorial Complutense. (1995)

⁵² World Bank. "Distributed Ledger Technology and Blockchain.", *op. cit.*, 15-16.

⁵³ W. Viriyasitavat and D. Hoonsopon, "Blockchain characteristics and consensus in modern business processes," *Journal of Industrial Information Integration* 13 (2019): 32-39.

⁵⁴ Primavera De Filippi and Aaron Wright, "Blockchain and the Law: The Rule of Code", *op. cit.*, 13.

⁵⁵ Kelsie, Nabben. "Imagining human-machine futures: blockchain-based “Decentralized Autonomous Organizations”." (2021): 2.

información personal de las personas a través del anonimato⁵⁶. Paralelamente, con el nacimiento de internet y la invención de la clave criptográfica público-privada surgió una revolución tecnológica. Revolución que ha permitido el desarrollo de la red informática global –*world wide web*–, los correos electrónicos, las empresas, redes sociales, red móvil, almacenamiento en la nube, el internet de las cosas, así como, nuevas formas de comunicación, entretenimiento, aprendizaje, etc.⁵⁷

En un primer momento, los servicios *online* se estructuraban mayoritariamente a través de los modelos cliente-servidor, en los que se entabla una relación entre el cliente que solicita un servicio o recurso al servidor. Por lo general, el primero no comparte ningún recurso, mientras que el segundo sí. Se trata de un sistema relativamente seguro pero costoso y en ocasiones lento o poco eficaz. Por ello, se han ido desarrollando distintos modelos, entre los que destacan las redes *peer-to-peer*, basadas en una infraestructura descentralizada donde cada participante de la red actúa como proveedor y consumidor⁵⁸. El primer lanzamiento que hizo popular este tipo de modelo fue *Napster* un *software* que permitía que cualquier usuario pudiera actuar como cliente al descargar música de otros usuarios y como proveedor al cargar música a la red para que esta fuera descargada por otros⁵⁹.

Más adelante, se desarrolló una nueva y mejorada generación de redes *peer-to-peer*, como *Gnutella* y *BitTorrent*, permitiendo que los usuarios compartieran archivos localizados en sus propios ordenadores sin la existencia de núcleos centralizados. Esta segunda generación de redes *peer-to-peer* comenzaron a solidificarse dando lugar a un nuevo modo de intercambiar información y contenido. No necesitaban un núcleo central ni intermediarios para poder desarrollar su actividad⁶⁰.

⁵⁶ Juan Padilla, "Blockchain y contratos inteligentes: aproximación a sus problemáticas y retos jurídicos," *Revista de Derecho Privado*, no. 39 (2020): 183.

⁵⁷ Don Tapscott y Alex Tapscott. *La Revolución Blockchain: Descubre Cómo Esta Nueva Tecnología Transformará La Economía Global*. (Ediciones Deusto 2017): 23.

⁵⁸ Aneesh, A. "Virtual migration: The programming of globalization". Durham: Duke University Press, (2006): 123-125.

⁵⁹ Stefan Saroiu, P. Krishna Gummadi, and Steven D. Gribble, "Measurement study of peer-to-peer file sharing systems," in *Multimedia Computing and Networking 2002*, vol. 4673. (SPIE, 2001): 156-158.

⁶⁰ Primavera De Filippi and Aaron Wright, "Blockchain and the Law: The Rule of Code", *op. cit.*, 16-18.

Tras la caída del sistema financiero en 2008, una persona o grupo de personas bajo el seudónimo de Satoshi Nakamoto –perteneciente al movimiento *cypherpunks*–, desarrolló una nueva base de datos distribuida tras fusionar conjuntamente claves criptográficas público-privadas, firmas digitales y redes *peer-to peer*. Esto dio lugar a lo que ahora conocemos como tecnología *blockchain*. Por medio del uso de *blockchain*, Nakatomo creó un protocolo de un sistema de pago electrónico directo y *peer-to-peer*, a través del cual *nació* Bitcoin, moneda digital descentralizada. Este protocolo reúne un conjunto de normas que garantizan la *integridad* de los datos intercambiados entre los miles de ordenadores conectados, sin necesidad de la intervención de terceros⁶¹. Del protocolo de *Bitcoin*, creado con la idea de almacenar de manera total las transacciones de *Bitcoin* y de prevenir la duplicación de gastos de criptoactivo en un sistema descentralizado⁶², se ha ido generalizando su uso en todo el mundo, reuniendo cada vez a más usuarios que consideran a la tecnología *blockchain* un sistema referente de seguridad de transacciones en la actualidad.

3.1.3 Características

La mayoría de las características principales de la tecnología de *blockchain* pueden deducirse de las distintas definiciones presentadas *supra*. Estas características derivan de la resistencia de dicha tecnología a la red *peer-to-peer*, a la criptografía de clave pública-privada y a los mecanismos de consenso. A continuación, abordaré cuáles son y de que se tratan.

a. Desintermediación y red transnacional

Los servicios *online* se prestan principalmente a través del modelo cliente-servidor. En otras palabras, cuando un usuario interactúa en Internet se encomienda a autoridades de confianza o intermediarios que asumen una variedad de funciones. Sin embargo, *blockchain* opera bajo una estructura diferente, ya que se apoya en una red de ordenadores conectados entre sí gracias a un protocolo de *software* de gran alcance⁶³. Este protocolo establece una serie de normas que asegura la integridad de la información recogida e intercambiada por todos los ordenadores conectados sin

⁶¹ Don Tapscott y Alex Tapscott. La Revolución Blockchain. *op. cit.*, 25-27.

⁶² Juan Padilla, "Blockchain y contratos inteligentes...", *op. cit.*, 175-185.

⁶³ Primavera De Filippi and Aaron Wright, "Blockchain and the Law: The Rule of Code", *op. cit.*, 34.

intervención de terceros. Esto es posible gracias a que todas las cadenas de bloques están *distribuidas*. O lo que es lo mismo, se ejecutan en ordenadores de todo el mundo, sin que haya una base de datos central que pueda ser atacada⁶⁴.

De esta forma, operan sin depender de un control centralizado, pudiendo actuar de manera global más allá de las fronteras nacionales. Al no depender de una autoridad central, cualquiera con acceso a internet puede obtener información almacenada en una *blockchain*. Estas características hacen que la tecnología *blockchain* pueda potencialmente sostener servicios cada vez más desintermediados y globales. A modo de ejemplo, algunas entidades bancarias han comenzado a utilizar cadenas de bloques como registros distribuidos para transformar el modo de almacenar la información y la realización de transacciones, con la idea de ser más eficaces y rápidos y potencialmente prevenir todo tipo de fraudes e incluso erradicar errores humanos⁶⁵.

b. Inmutabilidad y transparencia.

Dado el carácter distribuido de esta tecnología junto a sus mecanismos de consenso, una vez se almacenan datos en la cadena de bloques, resulta prácticamente imposible cambiar o eliminar la información. Todas las transacciones recogidas en el *ledger* se propagan a través de la red de manera persistente donde cada nodo mantiene y controla sus registros.

Así, toda la cadena de bloques se replica en los miles de ordenadores que la conforman. Estos ordenadores almacenan copias prácticamente iguales de la cadena y el protocolo del *software* correspondiente se asegura de que todas las copias estén actualizadas cada vez que un actor se conecta a la red. Esto permite que ante los posibles ataques o errores que pueda sufrir una *blockchain*, el impacto sea el mínimo, al existir miles de copias iguales⁶⁶. Además, como sabemos, esa información está abierta a cualquiera que quiera verla, ya que *blockchain* opera abiertamente por medio de una transparencia activa.

⁶⁴ Don Tapscott y Alex Tapscott. La Revolución Blockchain. *op. cit.*, 27-29.

⁶⁵ Domingo Iván Yax Batz, "Blockchain en el sector financiero y la seguridad en las transacciones bancarias y bitcoin," *CyberSecurity*: 20 (2018): 20-24.

⁶⁶ Primavera De Filippi and Aaron Wright, "Blockchain and the Law: The Rule of Code", *op. cit.*, 35-38.

La combinación de la *inmutabilidad* y la *transparencia* propia de la *blockchain* hace a la misma *auditable*⁶⁷. O lo que es lo mismo, capaz de verificar y rastrear fácilmente los registros anteriores a través de los nodos de una red de *blockchain*.

Además, estas propiedades de la cadena de bloques ayudan a generar confianza en la red. Por un lado, gracias a su transparencia, las partes pueden revisar una cadena de bloques y verificar que una transacción se ha producido realmente. Por otro lado, al ser resistente a manipulaciones, proporcionan la tranquilidad de que la información relacionada con una transacción no ha sido o será alterada.

c. Pseudonimo

El *blockchain* opera a través de firmas digitales y claves público-privadas de criptografía, lo que facilita que un actor pueda hacer uso de la misma sin necesidad de revelar su identidad real. No hace falta que los usuarios proporcionen ningún dato personal a la hora de almacenar información o realizar transacciones. Si bien, esto puede ser favorable, ya que los usuarios pueden interactuar entre ellos, aunque no se fien los unos de los otros, porque su confianza recae en el sistema y el protocolo de *blockchain*.

d. Consenso

Una de las principales características de *blockchain* es su habilidad para coordinar actividades de carácter social y ayudar a las partes actoras a alcanzar acuerdos. En cada red de *blockchain* subyace un mecanismo de consenso que regula la forma en la que la información puede almacenarse en el repositorio compartido⁶⁸. Estos mecanismos de consenso determinan el rendimiento general y la escalabilidad de sistemas haciendo frente a los nodos defectuosos o maliciosos y garantizando que todos los nodos de la red estén de acuerdo con el estado global existente. Por ello, son considerados

⁶⁷ Hammerschmidt, Chris. "Consensus in blockchain systems. in short." *Medium Corporation* (2017). (Obtenido de <https://medium.com/@chrshmmmr/consensus-in-blockchain-systems-in-short-691fc7d1fefe>, último acceso (29/10/2022)).

⁶⁸ Primavera De Filippi and Aaron Wright, "Blockchain and the Law: The Rule of Code", *op. cit.*, 42.

elementos clave –junto con la criptografía– del éxito del *blockchain*. En este contexto, podemos definir *consenso* como el acuerdo entre un grupo de nodos acerca de la veracidad de sus datos⁶⁹.

e. Autonomía

Hoy en día, el código suele ser mantenido y ejecutado por intermediarios en servidores centralizados. Pero *blockchain*, basado en una red *peer-to-peer* y en un mecanismo de consenso, se caracteriza por poder desplegar un *software* autónomo. Es decir, es capaz de ejecutar el código informático de forma totalmente independiente. En el contexto de *blockchain*, el término *autonomía* hace referencia a la libertad individual a través del autogobierno, habilitada gracias a las infraestructuras digitales y la automatización que permite renunciar a la confianza en terceros en las interacciones económicas y sociales⁷⁰.

Dos grandes ejemplos en los que se ve claramente el carácter autónomo de la tecnología *blockchain* son la red de Bitcoin y de Ethereum. Esta última, por ejemplo, ejecuta el código de un contrato inteligente de manera distribuida por todos los nodos activos de la red utilizando la propia máquina virtual de Ethereum –sin intervención de intermediarios–. Una vez ejecutado el código del contrato en esta red descentralizada, es muy complicado deshacer o detener la ejecución⁷¹.

Estas características de las que está dotada la tecnología *blockchain* otorga muchos beneficios, pero también presenta potenciales riesgos. De hecho, la falta de seguridad jurídica como consecuencia de su naturaleza descentralizada y la dificultad de determinar la jurisdicción y normativa aplicable, la inmutabilidad de la información recogida en una *blockchain* y el grado de anonimato alcanzado, pueden incentivar actividades fraudulentas e ilícitas, como la evasión de impuestos o la malversación. Además, cuanto más grande y distribuida sea la red, más compleja y difícil será su gestión. De hecho, los *software open-source* pueden contener errores difíciles de solventar a un ritmo lo suficientemente rápido como para garantizar un funcionamiento del sistema fiable⁷².

⁶⁹ W. Viriyasitavat and D. Hoonsoon, "Blockchain characteristics and consensus", *op. cit.*, 32-39.

⁷⁰ Kelsie, Nabben. "Imagining human-machine futures...", *op. cit.*, 3-4.

⁷¹ Henning Diedrich, *Ethereum: Blockchains, Digital Assets, Smart Contracts, Decentralized Autonomous Organizations* (Sydney: Wildfire Publishing, 2016): 360.

⁷² Primavera De Filippi and Aaron Wright, "Blockchain and the Law", *op. cit.*, 42.

A mi parecer, para poder minimizar estos riesgos, es necesaria una colaboración internacional que busque abordar los problemas de jurisdicción, seguridad y privacidad principalmente, ya que se trata de tecnologías globales que no se pueden limitar por las fronteras nacionales. De hecho, la Unión Europea ha realizado varios esfuerzos regulatorios para abordar los desafíos regulatorios que presentan las tecnologías *blockchain* y DLT. Estos esfuerzos podrían ser relevantes para el desarrollo de un marco regulatorio para las DAOs. Si bien, es importante tener en cuenta las características únicas de las DAOs y su relación con la cadena de bloques.

3.2 DAOs y Tecnología *blockchain*

Como podemos ver, el *blockchain* posee características que pueden entrar en confrontación generando tanto oportunidades como conflictos. Centrándonos en las oportunidades, el *blockchain* puede impulsar nuevos sistemas automatizados que operan a nivel global y a bajo coste, aportando una mayor eficacia en el ámbito de las finanzas, los medios de comunicación y el derecho. Además, permite la creación de sistemas descentralizados y globales de transferencia de valores, que son a la vez transnacionales y pseudónimos, como Bitcoin o Ethereum. Así, mediante esta tecnología, las partes pueden transferir divisas digitales u otros activos valiosos sin necesidad de depender de una cámara de compensación centralizada o de una autoridad de confianza. También permite la creación de sistemas autónomos que no están controlados por una sola parte y que son compatibles con registros transparentes, no repudiables y resistentes a la manipulación⁷³.

Un desarrollo especialmente interesante que ha traído consigo la aparición de la tecnología *blockchain* es el concepto de DAO (organizaciones autónomas descentralizadas), diseño de organización más revolucionario en la actualidad. El principal objetivo del desarrollo de la tecnología *blockchain* y Bitcoin era dejar obsoletos los mecanismos tradicionales de gobernanza financiera⁷⁴. La tecnología fue diseñada con un modelo de gobernanza específico en mente, y esto se hace más evidente al analizar el desarrollo de las DAOs. En general, estas tecnologías emergentes, y la tecnología *blockchain* en particular, ya están imponiendo tácita o explícitamente

⁷³ Primavera De Filippi and Aaron Wright, "Blockchain and the Law: The Rule of Code", *op. cit.*, 33-34.

⁷⁴ Nakamoto, Satoshi. "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System." *Decentralized Business Review*, no. 21260 (2008). (Obtenido de <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>; último acceso (12/10/2022)).

sus propias normas de gobernanza. Así, la regulación y las transacciones de las DAOs se acumulan en una cadena de bloques, lo cual aumenta la transparencia entre las partes, quedando la ejecución de dicha regulación bajo el control de un código de programación.

Aquí es donde entran en juego los *smart contracts* o contratos inteligentes, acuerdos digitales en los que los derechos y obligaciones de los participantes se especifican en un código de programación⁷⁵. A través de estos contratos se concede a sus participantes la capacidad de controlar o dirigir los activos de la empresa directa o indirectamente. Además, los *smart contracts*, junto con la cadena de bloques subyacente, se encargan de la contabilización los miembros de la organización, cuya membresía se puede conseguir a través de la compra o el intercambio de capital, bienes o recursos. Una vez se adquiere dicha cualidad de miembro, se le otorga una serie de derechos, como, por ejemplo, derecho al acceso, gestión o transferencia de recursos o servicios que la organización controla, o derecho a beneficios y/o pérdidas de la sociedad. La afiliación también puede estar asociada a privilegios específicos⁷⁶.

Por tanto, podemos concluir que estos contratos son el anclaje regulatorio sobre los que operan las DAOs, basándose en la premisa de que en Internet “el código es la ley” o *the code is law*. Así, el código puede servir de “regulador predominante” limitando o permitiendo el comportamiento de forma diferente a las leyes tradicionales promulgadas por el Estado. De hecho, en las DAOs estos contratos inteligentes definen sus normas y mantienen la gestión financiera de las mismas. También pueden incluir, por ejemplo, reglas sobre quién puede lanzar una propuesta o votar sobre ella, o cómo se distribuyen las reservas. Para poder modificar un contrato inteligente este ha de ser sometido a votación de los miembros de la DAO. Existen diversos mecanismos de votación. Si bien, en la mayoría de estas organizaciones, el sistema de gobierno consiste en una votación basada en *tokens* –por cada *token* se concede un derecho a voto concreto–⁷⁷.

⁷⁵ Nour Diallo et al., "eGov-DAO: A better government using blockchain based decentralized autonomous organization," in 2018 International Conference on eDemocracy & eGovernment (ICEDEG) (IEEE, 2018), 166-167.

⁷⁶ Aaron, Wright. "The rise of decentralized autonomous organizations: Opportunities and challenges." *Stan. J. Blockchain L. & Pol'y* 4 (2020): 156.

⁷⁷ Cristiano Bellavitis et al., “The rise of decentralized autonomous organizations (DAOs)...”, op. cit., 5.

Como ya he adelantado anteriormente, también existen una serie de inconvenientes a la hora de implementar la tecnología *blockchain*. En primer lugar, son menos privados que los acuerdos legales convencionales al presentar un grado de transparencia que pueden resultar poco atractivos para las partes contratantes. A diferencia de dichos acuerdos tradicionales en los que las partes pueden acordar mantener los términos del acuerdo en secreto, en el caso de los contratos inteligentes, como consecuencia de la naturaleza transparente del *blockchain*, todas las transacciones y su código son propagados a través de una red *peer-to-peer*, haciéndolas públicamente visibles para los nuevos nodos de trabajo, lo cual crea riesgos para la privacidad. En consecuencia, sin sistemas de protección estrictos es probable que los contratos inteligentes resulten inadecuados a la hora de suscribir acuerdos legales en los que la confidencialidad debería ser esencial.

Por otro lado, debido a la dependencia de los *smart contracts* en los lenguajes de programación formales, estos tampoco van a servir para la elaboración de acuerdos con disposiciones ambiguas o abiertas. Esto se debe a que con los contratos inteligentes las obligaciones de rendimiento se memorizan en el código de los contratos utilizando un lenguaje de programación estricto y formal. Dicho código se ejecuta de forma distribuida por todos los nodos que soportan la red subyacente basada en la cadena de bloques, sin depender necesariamente de ninguna operación intermediaria.

Por ello, si se tratan de acuerdos o transacciones donde las obligaciones son de algún modo imprevisibles, como, por ejemplo, transacciones comerciales, los *smart contracts* no pueden aportar a las partes la flexibilidad que necesitan en sus relaciones contractuales. Incluso si estuviéramos ante *smart contracts* que recogen obligaciones predecibles y objetivamente verificables, siguen existiendo dudas sobre la capacidad de estos contratos para plasmar con precisión los intereses de las partes.

Por otro lado, el carácter autónomo de los contratos inteligentes también genera limitaciones cuando se trata de un acuerdo cuyas partes actúan de manera anónima, ya que una vez que un contrato ha sido ejecutado, las partes pseudónimas tendrán una capacidad limitada para alterar una transacción de contrato inteligente. Esto no ocurre si se trata de partes cuya identidad se conoce, pudiendo las partes modificar el contenido del contrato inteligente a través de una segunda

transacción con el fin de deshacer o modificar los efectos de cualquier código ejecutado inicialmente. Otra preocupación derivada de esta naturaleza autónoma de los contratos inteligentes es el hecho de que pueden ser utilizados como herramientas para la realización de actividades delictivas. De hecho, los *smart contracts* podrían utilizarse para crear sistemas ilegales basados en la *lex cryptographica*⁷⁸.

Por lo tanto, considero que la tecnología *blockchain* es un arma de doble filo, ya que permite la realización tanto de actividades lícitas como ilícitas. Por un lado, la tecnología *blockchain* permite la creación de organizaciones en las que los miembros interactúan *peer-to-peer* –pudiendo realizar transacciones de valor– sin necesidad de depender de una entidad centralizada o un intermediario.

Así, a través de modelos de colaboración de código abierto, las DAOs conectan a las personas a través de protocolos basados en *blockchain* y sistemas basados en código, centrándose en la consecución de una misión social o económica compartida. Si bien, no podemos olvidar que también existen muchos riesgos e inconvenientes, –como el alto grado de transparencia de los contratos inteligentes o el potencial incentivo de actividad ilícita que pueden generar–, por lo que es necesario realizar una investigación más a fondo que permita determinar si las normas de gobernanza impuestas por los protocolos y servicios basados en la cadena de bloques son suficientes, o si por el contrario, es necesario el desarrollo de un marco jurídico concreto.

3.3 Mercados de las DAOs

Las DAOs pueden operar en una gran variedad de mercados, adoptando fines y modelos de negocio diversos. Esto se debe a que su naturaleza descentralizada y autónoma las hace idóneas para cualquier mercado. No obstante, las actividades desarrolladas por estas organizaciones pueden derivar en riesgos que ponen al consumidor final, a las empresas y al propio mercado en una situación de vulnerabilidad acentuada por la ausencia de regulación.

De hecho, podemos diferenciar entre riesgos financieros y normativos. En cuanto a los primeros, el mercado de las criptomonedas es muy volátil, lo cual genera gran inseguridad en cuanto a

⁷⁸ Sistemas de normas implementados por los protocolos y servicios basados en blockchain y que a su vez tienen el potencial para generar tensiones con las leyes y reglamentos vigentes.

precios, liquidez, etc. Además, es muy factible que se desarrollen actividades fraudulentas como el *hack* de “The DAO” 2016. En cuanto a los riesgos normativos, estos son mayores y derivan de la inseguridad jurídica como consecuencia de la ambigüedad regulatoria, las dificultades a la hora de determinar la responsabilidad legal en caso de incumplimiento o disputas legales, la necesidad de alinear sus actividades con normativas vigentes de obligatorio cumplimiento, la poca claridad en la jurisdicción aplicable en cada caso, etc.

3.3.1 Situación actual

Resulta interesante destacar el papel de las DAOs en el mercado de las finanzas descentralizadas o DeFi. En este contexto, las DAOs son capaces de proporcionar a los usuarios formas de gobernanza descentralizada y transparente permitiéndoles favorecerse de las distintas operaciones o proyectos DeFi. Por ejemplo, a través de la creación de un fondo de inversión descentralizado cuyas participadas sean distintos proyectos de finanzas descentralizadas.

De hecho, desde el punto de vista regulatorio, la Unión Europea ha lanzado un estudio para la supervisión de las DeFi de Ethereum con el objetivo de desarrollar una supervisión automatizada para monitorear sus actividades. Con esto se busca que los reguladores puedan acceder a los datos de *blockchain* en tiempo real, lo que podría “reducir drásticamente la necesidad de que los participantes del mercado (por ejemplo, las DAO) recopilen, verifiquen y entreguen datos a las autoridades de manera activa”⁷⁹.

La necesidad de regulación del ecosistema DeFi surge debido al reciente crecimiento de este mercado. Así, las DeFi inauguran el 2023 con una capitalización del mercado de más de 38 billones de dólares⁸⁰ (*Vid. Anexo Fig.4*). Fijándonos en las DAOs, ocupan alrededor 34% de dicho mercado DeFi⁸¹. Así, según Coinmarketcap, los tres *tokens* DAO más valiosos por capitalización de mercado serían UniSwap, ApeCoin y LidoDAO (*Vid. Anexo Fig.5*).

⁷⁹ Martin Young, "¿El monitoreo de DeFi en la UE impulsará u obstaculizará la industria?," BeInCrypto, 11 de octubre de 2022. (Obtenido de <https://es.beincrypto.com/monitoreo-defi-ue-impulsara-obstaculizara-industria/> ; última consulta (23/12/2022)).

⁸⁰ “DeFi,” CoinMarketCap (Obtenido de <https://coinmarketcap.com/es/view/defi/>; última consulta (04/01/2023)).

⁸¹ “DAO,” CoinMarketCap (Obtenido de <https://coinmarketcap.com/es/view/dao/> ; última consulta (04/01/2023))

Como ya hemos visto, las DAOs funcionan a través de *smart contracts* o protocolos que ejecutan acuerdos entre dos o más partes sin la intervención de terceros. Bajo este mecanismo se han creado aplicaciones descentralizadas o DApps del mundo DeFi. Se tratan de *softwares* construidos en una red descentralizada y que ofrecen una interfaz a través de la cual los usuarios pueden interactuar entre sí por medio de *smart contracts*. Los usos más comunes de estas aplicaciones son las transacciones monetarias, los préstamos, el comercio y el ahorro. Si bien, son comunidades geográficamente difusas y diversas con fines de muy diversas índoles. Como consecuencia, están surgiendo “artesanos digitales” que generan nuevos ecosistemas, tienden puentes en el “metaverso” entre el espacio físico y el digital, etc⁸². Un ejemplo de ello es DAO *Metaverse*. Se trata de un proyecto centrado en la asignación de fondos de tesorería rentable a largo plazo cuyo objetivo es utilizar dichos fondos para el desarrollo de juegos NFT, juegos 3D y VR del metaverso, así como invertir en empresas que tengan una visión a largo plazo de los juegos del metaverso⁸³.

Por otro lado, uno de los principales proyectos de finanzas descentralizadas es MakerDao⁸⁴. Se trata de una DAO cuya principal particularidad es que todo aquel poseedor de un *token* de gobernanza, denominado MKR, es el encargado de la gestión del protocolo Maker, así como de los riesgos financieros de su propia *stablecoin*⁸⁵, denominada DAI⁸⁶. Hoy en día, MakerDao es una de las DApps más populares en cuanto a préstamos se refiere. Siendo una de sus funciones principales, la gestión y administración del Protocolo Maker, donde vienen definidos los parámetros fundamentales para las operaciones, como las tarifas de estabilidad, tipos y tasas de

⁸² Vilma Mattila, Prateek Dwivedi, Pratik Gauri, and Md Ahab, "Mapping out the DAO Ecosystem and Assessing DAO Autonomy" (2022): 31

⁸³ MetaverseDAO, "Home - MetaverseDAO," (Disponible en <https://metaversedao.app/> ; último acceso (05/01/2023)).

⁸⁴ Ana Felicitas Pérez Muñoz. "Aspectos sobre las finanzas descentralizadas DEFI, protocolo de préstamos." *Revista de derecho del mercado de valores* 29 (2021).

⁸⁵ Como respuesta a la alta volatilidad de las primeras criptomonedas (p.e Bitcoin), surgen las *stablecoins*, monedas digitales estables que se caracterizan por mantener un valor estable, diseñadas estrictamente para conseguir la estabilidad de su precio. *Vid.* Villafañez Sagardoy, Diego, and Pedro J. Cuadros-Solas. "La irrupción de las stablecoins: evolución, riesgos y marco regulatorio." (2022): 3.

⁸⁶ MakerDAO. "Whitepaper." (Disponible en <https://makerdao.com/es/whitepaper#introducci%C3%B3n> ; último acceso (07/01/2023)).

activos colaterales, etc. Además, DAI ofrece a los titulares de *tokens* una forma de acceder sin permisos a la liquidez en dólares a cambio de un tipo de interés anual⁸⁷.

Siguiendo con el análisis del ecosistema de las DAOs, he recurrido a DAO-Analyzer, una herramienta web para monitorizar la actividad de las DAOs, la cual ofrece un *dashboard* para visualizar la evolución de las comunidades de las principales plataformas de DAO. Concretamente, Aragon, DAOhaus y DAOstack. Cada una de estas plataformas, presenta unos objetivos o finalidades distintas. Por ejemplo, DAOstack propone un *venture capital* o capital riesgo basado en la tecnología *blockchain* de Ethereum⁸⁸. Mientras que Aragon es una plataforma creada para proporcionar infraestructuras a aquellos usuarios que quieren crear y gestionar varios tipos de DAO, como corporaciones, organizaciones sin ánimo de lucro y proyectos de código abierto⁸⁹. Así, Aragon permite a los usuarios crear libremente organizaciones globales sin burocracia y colaborar sin fronteras ni intermediarios⁹⁰. Conforme a los datos extraídos de DAO-Analyzer, podemos observar, datos estadísticos sobre el número de DAOs, miembros –activos y no activos–, propuestas y votos de las DAOs creadas a través de las tres plataformas mencionadas:

Si bien, resulta curioso hacer una comparativa con otra herramienta web, llamada DeepDAO, la cual recoge y organiza una variedad de datos cuantitativos y cualitativos sobre las DAOs, su estructura, sus miembros y la toma de decisiones. Actualmente, sirve para dar cuenta de los datos de las descripciones de los proyectos, de las herramientas de DAO, etc. En este caso, el número de DAOs de las que podemos recabar información es mayor. Así, el número de organizaciones descentralizadas existentes, según *DeepDAO* es de más de 10.000. Siendo el valor de estas de 9 billones de dólares⁹¹ (*Vid. Anexo Fig.6*). Si bien, analizar los datos del mes de agosto de 2022 (*Vid. Anexo Fig.7*), he observado que el valor de estas organizaciones ha sufrido un descenso de más de 2 billones de dólares. No obstante, también he observado un crecimiento en el número de

⁸⁷ DeFi Pulse. "What is DeFi?" DeFi Pulse. Publicado el 14 de julio de 2020. (Obtenido de <https://www.defipulse.com/blog/what-is-defi> ; último acceso (07/01/2023))

⁸⁸ DAOstack (Disponible en <https://daostack.io> ; último acceso 18/09/2022)

⁸⁹ Aragon (Disponible en <https://aragon.org/dao> ; último acceso 18/09/2022)

⁹⁰ Wang et al., "Decentralized autonomous organizations 874-875.

⁹¹ DeepDAO, "DAO Tools". (Obtenido de https://deepdao.io/dao_tools ; último acceso (07/01/2023)).

DAOs activas en estos últimos meses, alcanzando el doble de las cifras de agosto (de unas 4.000 a 10.000 DAOs).

Considero que esto es una buena señal para el mundo de las finanzas descentralizadas y cripto activos, ya que a pesar del poco rendimiento que han experimentado en los últimos meses, sigue existiendo una tendencia fuerte a la descentralización –prueba de ello es este acelerado crecimiento de las DAOs–. De hecho, considero que son organizaciones con un gran potencial de aplicabilidad, pudiendo ser utilizadas cada vez en más áreas. Esto se debe, en gran medida, a la naturaleza permisiva y exenta de límites que caracteriza al mundo de las economías digitales descentralizadas, permitiendo que los actores que forman parte de las comunidades DAOs lleven la creatividad a su máxima expresión. De hecho, hay autores que defienden que son organizaciones cuyas características permitirían construir un futuro empresarial más sostenible y eficiente alineado con los principios de ESG⁹².

3.3.2 Proyección a medio o largo plazo

Como he puesto de manifiesto en el apartado anterior, existe una tendencia creciente de estas organizaciones, siendo cada vez mayor el número de usuarios que apuestan por esta innovadora forma de crear y gestionar organizaciones.

Desde mi punto de vista, la creciente popularidad de las organizaciones descentralizadas se debe en gran medida a la confianza que generan en los usuarios al permitirles tomar decisiones de manera democrática y abierta. En la actualidad, la libertad individual es un derecho muy valorado en nuestra sociedad, pero en ocasiones esta se ve amenazada por diversas tendencias políticas y sociales. Entre estas tendencias se encuentran la falta de transparencia en la toma de decisiones, la concentración del poder en unos pocos y el control económico al que estamos sometidos. Además, las redes sociales, los medios de comunicación y la publicidad pueden utilizarse como herramientas de manipulación para influir en las opiniones y decisiones de las personas. Todas ellas nos influyen y limitan a tal nivel que pueden llegar a definir nuestro destino. Así, la tan proclamada libertad individual pasa a convertirse en un privilegio corrupto.

⁹²Ana Felicitas, Pérez Muñoz. "Blockchain, criterios ESG y objetivos ODS. Consideraciones sobre las DAOs sostenibles." *Revista de derecho del mercado de valores* 31 (2022).

En este contexto, considero que la sociedad, cada vez más consciente de la falsa realidad en la que vivimos, acaba por buscar “mecanismos de rescate”. Algunos de estos mecanismos pueden ser sociedades que dejen de estar gestionadas por unos pocos y pasen a gestionarse por la totalidad de miembros garantizando mayor transparencia, seguridad, accesibilidad e innovación.

Por lo tanto, considero que el futuro de estas organizaciones es muy prometedor. No obstante, para que las ventajas que nos proporciona este modelo organizativo den sus frutos de manera eficiente y segura, es fundamental que existan mecanismos jurídicos que lo regulen. Por ello, en los apartados siguientes abordaré la situación jurídica de las DAOs y posibles soluciones que se pueden implementar en este ámbito.

IV. NATURALEZA Y ASPECTOS JURÍDICOS DE LAS DAOs

Una sociedad es una asociación voluntaria de personas que está orientada a conseguir un fin común mediante la contribución de todos los socios, ya sea capital o mano de obra. Como hemos visto, las DAOs son nuevas formas de sociedades que han surgido gracias a la incorporación de los contratos inteligentes en la red de Ethereum. Surgen como alternativa a las sociedades tradicionales, y es que, a diferencia de estas últimas, las DAOs tienen sus estatutos formalizados y codificados a través de una *blockchain* que solo puede ser alterada con la votación a favor de un porcentaje concreto de miembros de la DAO. Por ejemplo, volviendo al ejemplo del velero, este se registrará por un contrato inteligente en el que la organización y funcionamiento de la sociedad se desarrolla de manera automática sin presencia de Administradores y donde los miembros o titulares de *tokens*, solo podrían modificar las reglas establecidas en el código a través de unos mecanismo de votación permitiendo que la voluntad del conjunto se cumpla sin intermediarios.

Como vemos, la importancia de las DAOs radica en que constituyen un Contrato de Sociedad, pero en un mundo prácticamente virtual⁹³. Esto plantea una serie de cuestiones jurídicas cada vez

⁹³ Javier, García Ercilla. "Aproximación Jurídica a las Organizaciones Autónomas Descentralizadas (DAOs)." *Revista Aranzadi de derecho y nuevas tecnologías* 52 (2020): 7.

más relevantes, dado que vivimos en una Revolución Digital donde el frenético y constante desarrollo tecnológico hace prácticamente imposible que la regulación siga cual apresurado ritmo.

Así, la naturaleza jurídica de las DAOs, su personalidad jurídica, la actividad delictiva que se puede cometer a través de las mismas y las penas que le correspondería, la falta de una regulación existente, etc., son aspectos que abordaré a continuación para intentar dar luz y soluciones a los nuevos retos a los que se enfrenta el regulador.

4.1 Cuestiones Jurídicas

Como ya sabemos, una DAO es una organización descentralizada cuyas reglas de gestión y funcionamiento están almacenadas en una *blockchain* por medio de *smart contracts*. En dichos contratos inteligentes se recoge un código que es público y transparente para que todos los miembros de la DAO puedan conocerlo. Si bien, la naturaleza jurídica de las DAOs no es clara, ya que no están legalmente reconocidas. Hemos visto que se rigen por normas internas complejas y estrictas que presentan una serie de limitaciones, prueba de ello es la dificultad que está experimentando el legislador al tener que trasladar la ambigüedad y la flexibilidad de las normas jurídicas al lenguaje computacional de los *smart contracts*.

4.1.1 Naturaleza Jurídica de los tokens

Resulta importante destacar que, a la hora de constituir una DAO, lo primero que se debe hacer es crear una asociación de accionistas. Se emiten *tokens* cuyo valor equivale a una determinada cantidad de criptomonedas. Los participantes que han adquirido dichos *tokens* se convierten en “*accionistas de la sociedad*”. A partir de ese momento, son ellos los que toman las decisiones relativas a la actividad empresarial de la organización⁹⁴. Si bien, uno de los problemas en el ámbito de la naturaleza jurídica de estas organizaciones es la emisión de esos *tokens* y los derechos que estos otorgan a sus titulares. Como apunta Navarro Lérica, no es pacífica la naturaleza jurídica de estos activos, y por tanto tampoco lo es el tipo de regulación que se les debería aplicar. Siendo

⁹⁴ Katarzyna Ziółkowska, "Corporations of the Future? Presentation of the Concept of Decentralized Autonomous Organizations on the Example of the DAO," in We are delighted to present you the seventh edition of international conference papers of the PhD students and young researchers (2019): 328.

el problema fundamental cómo se lleva a cabo la emisión de los mismos y que naturaleza de inversión tiene su adquisición⁹⁵.

4.1.2 Naturaleza Jurídica de los *smart contracts*

También suscita dudas la naturaleza jurídica de los *smart contracts*. Como ya he explicado *supra*, son código computacional, ejecutados de manera automática e inmediata a través de un sistema de tecnología *blockchain*. Estos contratos actúan como anclaje regulatorio de las DAOs bajo la premisa del *código es la ley*, siendo uno de los elementos esenciales de estas organizaciones. Muchos son los beneficios que la implementación de estos contratos presenta, sobre todo en términos de eficiencia y coste. No obstante, existen discusiones doctrinales sobre los mismos. Parte de la doctrina niega que se trate de un “contrato”. Defienden que se trata de un código informático que no es jurídicamente vinculante y por lo tanto carente de naturaleza contractual⁹⁶.

En contraposición a esta corriente negacionista, también están aquellos que defienden que la naturaleza tecnológica de estos contratos no imposibilita su naturaleza contractual, siendo necesaria una reinterpretación de la teoría general del contrato. Desde esta perspectiva, estos *smart contracts* tendrían relevancia jurídica ya que se crean con la intención de desplegar efectos jurídicos, siendo el código recogido en los mismos la expresión de un acuerdo de voluntades. Siguiendo esta corriente, se puede definir a estos contratos como un acuerdo de partes redactado en lenguaje informático utilizando como medio una red de *blockchain* que pueden ser admisibles dentro del amplio campo de la autonomía de la voluntad recogida en el artículo 1255 CC siempre y cuando respeten los elementos básicos de todo contrato conforme al artículo 1261 CC⁹⁷.

A continuación, trataré de responder a la cuestión de sí estos contratos inteligentes pueden ser considerados contratos o si por el contrario se encuentran, en palabras de Abel Veiga, “*en tierra de nadie a la espera de un marco de referencia regulatorio*”. Por ende, para entender su verdadera

⁹⁵ María Sagrario Navarro Lérda, "Gobierno corporativo, blockchain y smart contracts. Digitalización de las empresas y nuevos modelos descentralizados (DAOS)," *Revista de derecho del mercado de valores* 23 (2018): 5.

⁹⁶ Gabriela Yarlequé Marcelo and Diana Burgos Juarez, "Decentralized Autonomous Organizations: ¿ Un nuevo aporte de la Legaltech en el sector mercantil?," *IUS ET VERITAS* 64 (2022): 86.

⁹⁷ Iñigo Alfonso Navarro Mendizábal, *Derecho de obligaciones y contratos*. (Cizur Menor, España: Thomson Reuters 2019): 253.

naturaleza y averiguar su esencia intrínseca es necesario hacer un análisis desde la perspectiva de los elementos esenciales del contrato⁹⁸. Para ello, voy a usar como principal herramienta de contraste lo recogido en el Código Civil.

El consentimiento, como primer elemento, se cumple en el momento en el que los usuarios aportan de manera voluntaria los fondos concretos a cambio de recibir la titularidad de *tokens* correspondientes, lo que el artículo 1262 CC define como “*el concurso de la oferta y la aceptación*” que para que este se dé sería necesario (1) pluralidad de partes, (2) capacidad para prestar consentimiento, (3) formación de una voluntad libre y conscientemente, así como (4) una declaración expresa o tácita de la voluntad. Cuando estos elementos se cumplan, se estaría cumpliendo el primer elemento esencial del contrato.

Por otro lado, el objeto lícito de una sociedad, establecido en interés común de las partes al que se refiere el artículo 1666 CC, se da en el momento en el que existe un fondo común creado por la contribución de los socios y un fin común, materializado en el reparto de recompensa en forma de *tokens*.⁹⁹

Por último, quedaría la causa de la obligación o el motivo por el que las partes se someten al contrato. En el caso de las DAOs, se resume en lo recogido en el código. De manera que, siempre y cuando este fuera lícito, estaríamos ante el cumplimiento de este último elemento esencial.

Por lo tanto, teniendo en consideración únicamente lo expuesto, considero que los *smart contracts* pueden ser considerados contratos, siempre que cumplan los elementos esenciales tratados, recojan el acuerdo de voluntades entre las partes, y garanticen su cumplimiento de manera segura y transparente a través de la tecnología *blockchain*. Si bien, la cuestión no es sencilla, siendo necesario un análisis minucioso que va más allá del tema principal abordado en este trabajo.

⁹⁸ Abel B, Veiga Copo. “«Smart contract» y contrato de seguro. una ecuación asimétrica y no sólo algorítmica.” *Revista de Derecho del Sistema Financiero: mercados, operadores y contratos* (2020): 135.

⁹⁹ Javier, García Ercilla. “Aproximación Jurídica a las Organizaciones Autónomas Descentralizadas (DAOs).” *op. cit.*, 9.

No obstante, he de concluir que los *smart contracts* presentan diferencias fundamentales con los contratos tradicionales entre las que se pueden destacar, la manifestación del consentimiento de forma electrónica, la ejecución automática del mismo y su consecuente inamovilidad, así como la falta de intervención de las partes o de órganos jurisdiccionales (*Vid. Anexo Fig.8*). Sin embargo, aunque el proceso de ejecución puede ser automatizado y no requiere intervención humana, es importante considerar cómo se obtiene el consentimiento de las partes y si este es válido y vinculante. Siendo también fundamental tener en cuenta cómo se resuelven las posibles disputas o incumplimientos de estos contratos¹⁰⁰. Por ende, a pesar de que los contratos inteligentes cumplan con los requisitos esenciales establecidos por el Código Civil, estos plantean retos y desafíos que exigen una adaptación y evolución del marco jurídico vigente que garantice la seguridad y protección de los derechos de los consumidores y usuarios. Por ello, aunque aún no existe regulación específica para los contratos inteligentes ni en el Derecho español ni en el europeo, pueden llegar a ser figuras reconocidas y protegidas por el derecho contractual existente en determinados casos y siempre cuando cumplan los requisitos legalmente establecidos¹⁰¹.

4.1.3 Naturaleza Jurídica de las DAOs

Como ya he adelantado, no existe un consenso claro sobre la naturaleza jurídica de las DAOs. En primer lugar, es importante destacar que el derecho español distingue entre sociedad civil y sociedad mercantil. El Código Civil Español define el concepto de sociedad en su artículo 1655 CC como un contrato por el cual dos o más personas se obligan a contribuir en dinero, bienes y trabajo, para posteriormente repartirse las ganancias obtenidas. Del mismo modo, el Código Civil defiende que la sociedad ha de tener un objeto lícito y establecerse en interés común de todos los socios. La principal distinción entre una sociedad mercantil y civil es su objeto social. Si el objeto social es civil en términos del artículo 23 del Código de Comercio, estaríamos ante una sociedad civil, por el contrario, en una mercantil.

¹⁰⁰ Abel B,Veiga Copo. "«Smart contract» y contrato de seguro. una ecuación asimétrica y no sólo algorítmica.", *op. cit.*, 148-162.

¹⁰¹ Adoración Castellano, García. "Conceptualización de los contratos inteligentes o autoejecutables basados en la tecnología blockchain y su encuadre en el ordenamiento jurídico español." *Revista Estudios Jurídicos. Segunda Época* 21 (2021): 26-28

Tendría sentido pensar, que una DAO constituida a través de un acuerdo de voluntades de los socios en el que se obligan a contribuir con el destino de alcanzar un fin común, podría encajar en alguna figura societaria recogida por el ordenamiento jurídico español. Si bien, muchas son las dudas que surgen al respecto. Nuestro ordenamiento diferencia entre sociedades personalistas y sociedades capitalistas. A continuación, analizaré en que figura societaria podría encajar esta nueva forma de organización empresarial.

a) Las DAOs como sociedades mercantiles capitalistas

Las principales sociedades mercantiles capitalistas son dos: Sociedad Limitada, Sociedad Anónima. Los elementos comunes más destacables son: personalidad jurídica independiente, aportaciones pecuniarias, responsabilidad limitada de los socios, carácter mercantil.

Con respecto a las personalidad jurídica, las sociedades capitalistas se constituyen en escritura pública y una vez se inscriben en el Registro Mercantil adquieren personalidad jurídica conforme al artículo 20 y 33 LSC. Esta característica aporta seguridad jurídica para los socios, pero también para terceros, ya que, las organizaciones con personalidad jurídica independiente de sus socios son centros de imputación diferenciados. No obstante, las DAOs son organizaciones sin personalidad jurídica –a excepción de algunas jurisdicciones como Wyoming o Tennessee, donde se han reformado las legislaciones para reconocer la personalidad jurídica independiente de las DAOs–. Algunos de los motivos por los que no resulta fácil este reconocimiento, es su descentralización y su carácter virtual que dificultan la atribución de una jurisdicción concreta. Al fin y al cabo, los miembros de estas organizaciones están dispersos por distintos territorios a nivel mundial a través de redes de algoritmos y de sistemas informáticos descentralizados que dificultan la aplicación del concepto tradicional de jurisdicción diseñado para las sociedades tradicionales. Del mismo modo, la falta de intervención humana junto a su carácter virtual dificulta el cumplimiento de ciertos requisitos de constitución y registro necesario para la adopción de la personalidad jurídica, como el nombramiento de administrador o administradores o la identificación de un domicilio social¹⁰².

¹⁰² "Naturaleza Jurídica de las Organizaciones Autónomas Descentralizadas (DAOs) - Primera Parte," Derecho y Finanzas, 15 de enero de 2021, <https://www.derechoyfinanzas.org/naturaleza-juridica-de-las-organizaciones-autonomas-descentralizadas-daos-primera-parte/>.

En lo que respecta a la responsabilidad limitada de los socios, por la cual los socios sólo responden del capital suscrito o aportado. De manera que su patrimonio personal no está en riesgo. Mientras que, a la sociedad, como persona jurídica independiente, sí que se le aplica el régimen general de responsabilidad ilimitada recogido en el artículo 1911 CC.

Esta cuestión no es clara en el caso de las DAOs al tratarse de una sociedad sin personalidad jurídica independiente. Por ello, es importante determinar quién responde ante los acreedores y terceros. Si bien, parece probable limitar la responsabilidad de los titulares de *tokens* a través de las codificaciones de los *smart contracts*¹⁰³, por ejemplo, limitando el acceso de los acreedores a las *wallets* de los titulares de *tokens*. No obstante, uno de los retos a los que se enfrentan estas organizaciones es determinar quién responde activa o pasivamente frente a acreedores y terceros, más adelante, trataré de dar respuesta a esta cuestión.

Considero, que por los motivos expuestos resulta complicado encajar a una DAO en esta figura societaria, sobre todo en lo relativo a la personalidad jurídica, la descentralización y la falta de intervención humana.

b) Las DAOs como sociedades mercantiles personalistas

Las sociedades mercantiles personalistas se caracterizan por tener un fuerte carácter *intuitio personae*, por tener personalidad jurídica independiente, pero responsabilidad ilimitada de los socios, lo cual la hace muy poco atractiva en la actualidad. En este tipo societario, nos encontramos con la misma dificultad que en el anterior. La personalidad jurídica es difícilmente atribuible a las DAOs por la descentralización, la intervención humana y la falta de una jurisdicción adaptada a esta nueva forma de organización. Del mismo modo, el carácter personal propio de estas organizaciones personalistas no parece compatible con las DAOs, ya que, en las primeras, las características personales de los socios son elementos esenciales, mientras que en las DAOs no. Por lo tanto, tampoco parecen encajar en esta figura.

¹⁰³ Usha R. Rodrigues, "Law and the Blockchain," Iowa Law Review 104 (2018): 40-43.

c) Las DAOs como cooperativas

La Ley de Cooperativas española las define en su artículo 1 como “*una sociedad constituida por personas que se asocian, en régimen de libre adhesión y baja voluntaria, para la realización de actividades empresariales, encaminadas a satisfacer sus necesidades y aspiraciones económicas y sociales, con estructura y funcionamiento democrático...*”¹⁰⁴ En el Capítulo II de la mencionada ley, se establecen los requisitos de constitución, entre los que encontramos su inscripción en el Registro de Sociedades Cooperativas por el cual adquiere personalidad jurídica. Volviendo a los argumentos expuestos para las sociedades mercantiles, parece que tampoco podría encajar en este tipo societario.

d) Las DAOs como Sociedad civil

Desde mi punto de vista, las DAOs sí que encajan grosso modo en la definición de sociedad que recoge el Código Civil en su artículo 1665 CC, definido como un contrato por el cual dos o más personas se obligan a contribuir en dinero, bienes e industria, para posteriormente repartirse las ganancias obtenidas. Así, en el caso de las DAOs, estaríamos ante una sociedad constituida a través de *smart contracts*, los cuales recogen un acuerdo de voluntades entre los distintos titulares de *tokens*, como ya he explicado con anterioridad. Estos titulares reciben dicha titularidad a cambio de una contribución a la organización, quedando sometidos a los protocolos ejecutados por el código. Sin embargo, seguiría persistiendo la incertidumbre en torno a la personalidad jurídica. En este sentido, algunos autores, como Ercilla García, sostienen que dado que las DAOs presentan “*animus societas*” y su forma no constituye un elemento determinante conforme al artículo 1667 CC, se trataría de sociedad civil regular con personalidad jurídica. Debido a que sus pactos o reglas operativas son públicas y transparentes¹⁰⁵. No obstante, muchos son los que se oponen a este argumento, considerando que se trata de una nueva forma de organización empresarial que no encajaría en ninguna figura societaria tradicional, siendo necesario la formulación de un sistema específico que se encargue de regular la realidad de estas organizaciones.

¹⁰⁴ Ley 27/1999, de 16 de julio, de Cooperativas, BOE núm. 171, 17 de julio de 1999, artículo 1.

¹⁰⁵ Javier, García Ercilla. "Aproximación Jurídica a las Organizaciones Autónomas Descentralizadas (DAOs)." *op. cit.*, 9.

Después del análisis realizado, puedo afirmar que las DAOs comparten elementos comunes con las figuras societarias tradicionales tales como la gobernanza interna, el derecho a voto, la posibilidad de limitar la responsabilidad de los socios o las aportaciones de capital realizadas, entre otros. No obstante, presentan elementos incompatibles con estas, como su naturaleza descentralizada y su base en la tecnología *blockchain*, Por tanto, se trata de una nueva forma de organización empresarial que necesita de una regulación propia que solucione las cuestiones jurídicas que han ido surgiendo, como el tema de la personalidad jurídica o la responsabilidad activa y pasiva de sus miembros.

4.2 El papel de la inteligencia artificial

En la Unión Europea se han llevado a cabo esfuerzos legislativos para garantizar un uso seguro de la Inteligencia Artificial (en adelante, IA). En primer lugar, la Comisión Europea define IA como *“todo sistema basado en programas informáticos o incorporado en dispositivos físicos que muestra un comportamiento que simula la inteligencia, entre otras cosas, mediante la recopilación y el tratamiento de datos, el análisis y la interpretación de su entorno y la adopción de medidas, con cierto grado de autonomía, para lograr objetivos específicos”*.

En 2020 se aprobó un documento denominado *“Libro Blanco sobre la inteligencia artificial- un enfoque europeo orientado a la excelencia y confianza”*, a través del cual se busca promover de manera segura para el mercado europeo y los propios consumidores, el desarrollo y adopción de la IA. Para ello, la comisión desarrolla un enfoque protector de los derechos fundamentales de los ciudadanos, mitigando los riesgos asociados al uso de esta nueva tecnología¹⁰⁶. Un año más tarde la UE publicó la propuesta del Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo por el que se establecen normas armonizadas en materia de inteligencia artificial (ley de inteligencia artificial) y se modifican determinados actos legislativos de la unión. Este reglamento pretende garantizar un espacio seguro para la implementación de los nuevos sistemas de IA en el mercado de la UE garantizando el respeto a los derechos fundamentales y a los valores de la Unión.

¹⁰⁶ Comisión Europea, “Libro Blanco sobre la inteligencia artificial - un enfoque europeo orientado a la excelencia y la confianza”, 2020

No obstante, la regulación de la IA sigue siendo un tema de gran controversia entre la doctrina, lo que está retrasando la adopción de una nueva y más estricta ley de inteligencia artificial. A pesar de ello, es inevitable preguntarse si estos avances legislativos de la IA pueden servir de herramienta para abordar algunos de los retos jurídicos a los que se enfrentan las DAOs, especialmente en lo relativo a la responsabilidad civil de estas organizaciones.

La IA y las DAOs presentan algunas características comunes, como la automatización y la descentralización, incluso cabe la posibilidad de implementar la inteligencia artificial en el funcionamiento de estas organizaciones. Por ello, muchos de los problemas legales que surgen con las DAOs también son relevantes en el ámbito de la IA. En este sentido, algunas de las iniciativas legislativas desarrolladas en el ámbito de la inteligencia artificial podrían ser aplicables a las DAOs.

En septiembre de 2022, la Comisión presentó una propuesta legislativa de armonización específica de las normas nacionales sobre responsabilidad civil en materia de IA, con el objetivo de asegurar que las víctimas de daños generados por el uso de IA sean indemnizadas. En esta propuesta la Comisión buscaba alinear los objetivos de las normativas mencionadas *supra*, permitiendo que las víctimas de productos o servicios de IA se beneficien de la misma protección que les corresponde a perjudicados por otros motivos¹⁰⁷.

La regulación de la responsabilidad civil de las DAOs es uno de los principales problemas jurídicos que plantean pudiendo ser de utilidad la experiencia vivida en la regulación de la responsabilidad civil de los sistemas de IA. De hecho, en septiembre de 2022, la Comisión Europea presentó una propuesta legislativa de armonización específica de las normas nacionales sobre responsabilidad civil en materia de IA con el objetivo de asegurar que las víctimas de daños generados por el uso de IA sean indemnizadas. En esta propuesta la Comisión buscaba alinear los objetivos de las

¹⁰⁷ "Nuevas normas de responsabilidad aplicables a los productos y a la IA para proteger a los consumidores," Centro de Documentación Europea de la Universidad de Granada, 22 de abril de 2021. (Obtenido de <https://cde.ugr.es/index.php/union-europea/noticias-ue/1453-nuevas-normas-de-responsabilidad-aplicables-a-los-productos-y-a-la-ia-para-protger-a-los-consumidores> ; último acceso (24/02/2023)).

normativas mencionadas *supra*, permitiendo que las víctimas de productos o servicios de IA se beneficien de la misma protección que les corresponde a perjudicados por otros motivos¹⁰⁸.

En el campo del derecho, es fundamental saber qué o quién causa el daño para identificar al responsable de la lesión jurídica. Tanto en el caso de la IA como en el caso de las DAOs es difícil determinar quién ha de responder. En el ámbito de la IA hay mucha controversia doctrinal. El Parlamento Europeo en la Resolución 2015/2103(INL) defiende que, en función del grado de autonomía del sistema de IA, cabría la posibilidad de atribuirle personalidad jurídica y por tanto responsabilidad civil¹⁰⁹. Mientras que autores como Núñez Zorrilla, consideran que en ninguna circunstancia se puede atribuir culpa o dolo a las acciones realizadas por entes con IA, en cuanto que su voluntad no es independiente, sino sometida a la voluntad de otro, proponiendo como solución que el sujeto al que se le impute la responsabilidad sea el que tiene su control¹¹⁰.

En la propuesta presentada en septiembre de 2022 por la Comisión Europea se plantean soluciones flexibles y adaptables a las distintas tradiciones jurídicas de los Estados miembros y al tipo de producto o servicios equipados con sistemas de IA, estableciendo la posibilidad de la contratación de seguros obligatorios. Por otro lado, en la resolución del Parlamento Europeo del 20 de octubre de 2020, con recomendaciones destinadas a la Comisión, se propuso la implementación de un régimen europeo consistente en un régimen de responsabilidad objetiva limitada para determinados casos de tecnologías de IA y en una carga de la prueba basada en un conjunto de normas de responsabilidad subjetiva¹¹¹.

A la luz de lo expuesto, los legisladores europeos todavía no han dado con una solución única relativa a la responsabilidad civil de la IA, pero los esfuerzos realizados permiten que se vayan trazando distintas opciones para cada caso concreto, tratando de garantizar como prioridad

¹⁰⁸ *Ibid.*: "Nuevas normas de responsabilidad aplicables a los productos y a la IA para proteger a los consumidores."

¹⁰⁹ Resolución del Parlamento Europeo, de 16 de febrero de 2017, con recomendaciones destinadas a la Comisión sobre normas de Derecho civil sobre robótica (2015/2103(INL)).

¹¹⁰ M.d.C. Núñez Zorrilla, "Los nuevos retos de la Unión Europea en la regulación de la responsabilidad civil por los daños causados por la inteligencia artificial," *Revista Española de Derecho Europeo* 66 (2018): 9-10.

¹¹¹ Comisión Europea, "DIRECTIVA DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO relativa a la adaptación de las normas de responsabilidad civil extracontractual a la inteligencia artificial (Directiva sobre responsabilidad en materia de IA), DOUE, COM(2022) 496 final.

principal, la seguridad de los consumidores y usuarios y el respeto de los derechos fundamentales¹¹². Por ello, considero que podemos adaptar lo aquí formulado al caso que nos concierne.

Las DAOs son organizaciones autónomas cuya actividad es susceptible de causar daño a terceros. Al igual que en el caso de la IA, resulta complejo identificar al responsable de dicha actividad, en cuanto a que no tienen atribuida la personalidad jurídica y los daños pueden surgir por multitud de causas, como fallos de programación, actividad delictiva de los participantes de la DAO o de terceros –como el *hacker* de “The DAO”– o por la autonomía de la propia organización.

Dentro de los posibles regímenes de responsabilidad, cabe diseñar un sistema flexible donde los criterios atribuidos de responsabilidad varíen en función del daño causado. Así, en el caso de un daño por fallo en la programación, cabría imputar la responsabilidad al desarrollador del mismo. Del mismo modo, si la lesión viene derivada de personas físicas identificadas o identificables, estos deberían responder.

Hay que tener en cuenta que la exención de responsabilidad social de la que disfrutaban accionistas y socios de una S.A o S.L no es aplicable a los *token-holders* de una DAO, por lo que en caso de daños causados por terceros anónimos no identificables -como en el caso de “The DAO”- o derivados de la propia autonomía de la DAO, los miembros de esta última deberían responder.

A fin de evitar la posible responsabilidad legal de los titulares de *tokens* en una DAO, se podría establecer un régimen por el cual dichos titulares pudieran disfrutar de una exención de responsabilidad. Una manera de hacerlo sería recurriendo a *smart contracts* que establezcan clara y explícitamente las obligaciones y responsabilidades de las partes involucradas, así como mecanismos de resolución de conflictos. Además, se podría diseñar una sistema que equipare la responsabilidad de la DAO con la de una sociedad con personalidad jurídica, por ejemplo, estableciendo un patrimonio propio de la DAO que responda ante terceros o acreedores, o mediante la contratación de ciberseguros. En términos generales, los ciberseguros son un mecanismo que

¹¹² Para ampliar esta información puede consultar este libro: Abel B, Veiga Copo y Miguel, Martínez Muñoz. "Seguros de personas e inteligencia artificial." (2022).

permite cubrir los riesgos relacionados con la seguridad cibernética, incluyendo los daños y perjuicios derivados de las decisiones tomadas por las DAOs, así como posibles errores o negligencias cometidos por los desarrolladores. Del mismo modo, pueden ser una herramienta idónea para financiar los costes incurridos en procedimiento legales en caso de demandas contra la DAO.

No obstante, estos criterios no son sencillos de implementar. En primer lugar, porque las DAOs se rigen por el principio del *code is law*, de manera que cualquiera normativa no planteada en el código no se podría aplicar. Del mismo modo, el lenguaje informático que predomina en los sistemas de *blockchain* dificulta su correcto desarrollo normativo el cual también se puede ver obstaculizado por la denominada *lex cryptographica*. Finalmente, no se puede ignorar la naturaleza virtual y global de las DAOs que puede derivar en la aplicación simultánea de distintas jurisdicciones nacionales. A mi juicio estos obstáculos no se aplican únicamente a la responsabilidad civil de las DAOs, sino que están presentes en cualquier intento regulatorio de las mismas. En el apartado siguiente propondré herramientas de control y regulación que solucionen estas cuestiones.

V. POLÍTICA LEGISLATIVA EUROPEA PARA LAS DAO

Como hemos ido observando, no existen mecanismos jurídicos que regulen esta figura, lo que genera un alto riesgo para la seguridad del mercado donde estas operan. Si bien, los principales objetivos a la hora de desarrollar un marco legislativo para las DAOs no consisten únicamente en mitigar los riesgos derivados de la actividad desarrollada por esta nueva forma de organización descentralizada, sino también en garantizar la seguridad del consumidor y usuario, la estabilidad financiera, así como promover un espacio de innovación e inversión tecnología seguro y armonizado dentro de la Unión.

Hasta la fecha, podemos encontrar ciertos esfuerzos regulatorios llevados a cabo por la Unión Europea relativos a los cripto-activos y la tecnología de *blockchain* principalmente. De hecho, en 2018 se creó en Bruselas lo denominado *European Blockchain Partnership* (EBP) de la que inicialmente formaban parte 22 EM -actualmente 30-. Su objetivo principal y donde mayores esfuerzos han volcado ha sido en el desarrollo de la Infraestructura Europea de Servicios de

Blockchain (EBSI) con la cual se busca promover la accesibilidad de los ciudadanos a servicios públicos desarrollados a través de esta tecnología¹¹³.

En lo relativo a regulación, la más relevante relacionada con la tecnología de *blockchain* es el Reglamento MiCA (*Markets in Crypto Assets*), una propuesta de regulación de la Unión Europea aprobada por el Consejo y pendiente de aprobación por parte del Parlamento que trata de establecer un marco regulatorio claro y eficiente para los servicios de cripto-activos y el uso de sistemas basados en *blockchain*¹¹⁴. De esta manera, las empresas que ofrezcan servicios relacionados con cripto-activos, incluyendo aquellas que implementan la tecnología de *blockchain* estarán sujetas a requisitos concretos de autorización y supervisión. Además, también recoge disposiciones relacionadas con la emisión y negociación de *tokens*¹¹⁵.

5.1 Normativa Europea con posibles implicaciones

Existen otras normativas europeas relevantes y con posibles implicaciones para las DAOs como el Reglamento de Mercados de Instrumentos Financieros (MIFID II), el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD), la Directiva de Derechos de los Consumidores de la UE, la Directiva sobre los Derechos de Autor y Derechos Afines en el Mercado Único Digital o la Directiva de Seguridad de Red y Sistemas de Información de la UE.

- MIFID II regula los mercados financieros y los servicios de inversión en la Unión Europea, con el objetivo de aumentar la protección de los inversores y la transparencia del mercado¹¹⁶. Las DAOs podrían quedar sujetas a esta directiva en función de las actividades que llevasen a cabo, como la emisión o negociación de criptomonedas o *tokens*.

¹¹³Comisión Europea, "Blockchain Partnership," Estrategia Digital para Europa,. (Obtenido de <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/blockchain-partnership> ; última consulta (28/02/2022)).

¹¹⁴ Propuesta de Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo sobre los mercados de criptoactivos y por el que se modifica la Directiva (UE) 2019/1937, COM/2020/593 final.

¹¹⁵Javier Wenceslao Ibáñez Jiménez. "Criptoactivos negociables y fichas de servicio (tokens no monetarios) en la propuesta de reglamento europeo de mercados distribuidos o blockchain." *Revista de derecho del mercado de valores* 28 (2021): 2-10.

¹¹⁶ Peter, Yeoh. "MiFID II key concerns." *Journal of Financial Regulation and Compliance*, (2019): 3-4.

- El RGPD es una ley de privacidad que regula la recopilación, el procesamiento y el almacenamiento que hacen las empresas y organizaciones de datos personales. Esta última presenta un desafío para la tecnología *blockchain* en cuanto que se puede recopilar información personal de usuarios en la cadena de bloques. Si bien, conforme a esta normativa, los usuarios tienen derecho al control de sus datos personales, pudiendo solicitar su eliminación y siendo concededores de cómo se están procesando esos datos. No obstante, dadas las características de inmutabilidad y descentralización propias de la cadena de bloques, resulta difícil el cumplimiento de la RGPD y la consecuente protección de los datos personales. Del mismo modo, toda DAO que recopile, almacene o procese información personal de usuarios europeos debería estar obligada a cumplir con las disposiciones de este reglamento.

- En lo que respecta a la Directiva de Derechos de los Consumidores de la UE¹¹⁷, regula y armoniza los derechos mínimos de los consumidores de la UE en relación con compra de bienes y servicios a través de contratos celebrados a distancia (p.e. online) o fuera del establecimiento comercial (p.e. casa del consumidor). El principal objetivo de esta directiva es garantizar una mayor protección de los consumidores europeos. Como he mencionado anteriormente, uno de los mayores peligros que presentan las DAOs es precisamente la potencial vulnerabilidad de los usuarios. Así, cabría aplicar las disposiciones de la Directiva a esas DAOs que en su actividad ofrecen bienes o servicios a consumidores dentro del mercado europeo.

- La Directiva sobre los Derechos de Autor y Derechos Afines en el Mercado Único Digital tiene como principal objetivo modernizar y armonizar las leyes de derechos de autor en el ámbito de la UE, buscando adaptar la regulación de estos derechos a los nuevos avances tecnológicos. Además de implementar una elevada protección de la propiedad intelectual¹¹⁸. Esta normativa no recoge disposiciones específicas para las DAOs, si bien

¹¹⁷Directiva (UE) 2011/83 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2011, sobre los derechos de los consumidores”, Diario Oficial de la Unión Europea, L 304/64 (2011).

¹¹⁸ “Derechos de autor y derechos afines a los derechos de autor en la sociedad de la información” 2021. EUR-Lex (Obtenido de <https://eur-lex.europa.eu/ES/legal-content/summary/copyright-and-related-rights-in-the-information-society.html> ; último acceso (01/03/2023)).

algunos de sus preceptos podrían aplicarse a aquellas DAOs que crean o utilizan contenido protegido por derechos de autor.

- Por último, la Directiva de Seguridad de Red y Sistemas de información de la UE establece un marco para la mejora de la ciberseguridad en toda la Unión Europea. En el contexto de las DAOs, se podría exigir la adaptación de medidas que garantizaran la seguridad de sus sistemas de información y protección de los datos personales recopilados, procesados o almacenados. Ejemplos de medidas podrían ser: la implementación de un sistema de identificación y evaluación de riesgos de seguridad en sus sistemas de información, la adopción de procedimientos de gestión de incidentes de seguridad, el establecimiento de mecanismos de autenticación y autorización adecuados para el acceso a los sistemas y datos de la organización, entre otros.

Es importante tener en cuenta que el legislador europeo continúa esforzándose en adaptar la normativa europea a los incesantes avances tecnológicos, de manera que es posible que en un futuro no muy lejano se implementen nuevas regulaciones específicas para las DAOs. En cualquier caso, a continuación, trataré de dar posibles soluciones que reten al *status quo* de las DAOs dentro del ordenamiento jurídico europeo.

5.2 Propuestas regulatorias

5.1.1 El Sandbox como propuesta regulatoria

En el ordenamiento jurídico europeo, la regulación del *sandbox* se ha realizado a través de comunicaciones y conclusiones como las Conclusiones del Consejo sobre *sandboxes* y cláusulas de experimentación (2020/C 447/01)¹¹⁹. Si bien, cada Estado Miembro ha de establecer su propia regulación para el *sandbox*, siempre cumpliendo las directrices marcadas por las instituciones europeas. En el caso de España, la Ley 7/2020 de Transformación Digital dedica un capítulo completo a esta figura. La propia ley define un *sandbox* como un entorno de pruebas en el que se

¹¹⁹ Consejo de la Unión Europea. "Conclusiones del Consejo sobre los espacios controlados de pruebas y las cláusulas de experimentación como herramientas de un marco normativo favorable a la innovación, resistente al paso del tiempo y que dé respuesta a los retos disruptivos en la era digital." 2020/C 447/01. Diario Oficial de la Unión Europea, C 447, 22 de diciembre de 2020, 1-6.

simulan situaciones de mercado reales y se evalúa el impacto de los productos y servicios bajo un marco regulatorio temporal y flexible, fomentando la experimentación y la adopción temprana de tecnologías y soluciones digitales. Estos entornos buscan minimizar las barreras legales y administrativas que podrían obstaculizar el desarrollo y el crecimiento de las nuevas tecnologías y soluciones digitales¹²⁰. Es decir, permite a las empresas y organizaciones realizar pruebas de cumplimiento normativo, pudiendo innovar y probar sistemas y aplicaciones sin riesgo a cometer infracciones.

Dado el carácter innovador y tecnológico que presentan las DAOs, a mi parecer, una buena forma de intentar regularlas es a través de un *sandbox*. Si bien, se trata de un proceso que exige de gran planificación y evaluación total de riesgos y beneficios implicados. Como primer paso, habría que definir muy bien los objetivos a alcanzar y el *scope* que se busca en la implementación del *sandbox*. Con esta propuesta, lo que se buscaría es desarrollar un marco jurídico de alcance europeo que regule la figura de las Organizaciones Autónomas Descentralizadas.

Por otro lado, es fundamental diseñar las normas del *sandbox*. No podemos olvidar que se trataría de un espacio de prueba regulatoria donde la idea es que se lleven a cabo ensayos controlados y limitados dentro de un “plan de acción” cuidadosamente definido para minimizar el riesgo de daños. Dentro de esas normas sería importante restringir el acceso al espacio de prueba exclusivamente a los participantes y al resto de partes intervinientes para poder garantizar una protección de los datos personales, que ha de ser conforme a lo dispuesto en el RGPD mencionado y a las leyes nacionales correspondientes - en el caso de España, la LOPDGDD es la encargada de regular dicha protección-.

Otra medida que se debería implantar son acuerdos de confidencialidad o NDAs entre las empresas que participan en la prueba, ya que se pueden llegar a tratar datos confidenciales como información empresarial o financiera que necesitan de una protección reforzada. Además, las actividades realizadas dentro del *sandbox* han de ser lícitas y conforme a derecho.

¹²⁰ Ley 7/2020, de 13 de noviembre, de Transformación Digital, BOE núm. 274, de 14 de noviembre de 2020.

También es importante definir los derechos y responsabilidades correspondientes a cada organización participante. Con respecto a la responsabilidad, cabría hacer pruebas piloto para ver qué tipo de mecanismo responde mejor a la imputación de responsabilidad de las DAOs. Como ya he mencionado *supra*, una opción sería recurrir a los ciberseguros o a la constitución de un patrimonio propio de la DAO con el cual esta pudiera responder ante acreedores o terceros, permitiendo que los miembros de la organización quedasen exentos de toda responsabilidad derivada de la propia DAO o de terceros no identificables.

Del mismo modo, se debe aislar toda actividad realizada dentro del *sandbox* de manera que los daños sufridos en el espacio de prueba no alcancen la realidad exterior. Las pruebas llevadas a cabo dentro del *sandbox* han de ser muy rigurosas y deben de estar muy definidas a través de políticas de ejecución donde se establezca el tipo de pruebas a ejecutar. Por ejemplo, determinando pruebas de constitución, simulacros de votaciones, ejecuciones de protocolos, estableciendo que códigos no son válidos y cuales han de ser los requisitos para considerarlos aptos.

Finalmente, también es importante llevar una monitorización continua de lo que se está desarrollando en el espacio de prueba, para ello se ha de diseñar un mecanismo de medición de resultados y evaluación de éxito o fracaso que permita detectar cualquier anomalía o intento de fraude o actividad engañosa. Este mecanismo se puede complementar con un plan de contingencia que permita revertir daños causados en caso de que algo falle.

Para que todo lo anterior se implemente de manera exitosa se ha de determinar la estructura de gobernanza del *sandbox*. Así las figuras más relevantes serían la autoridad competente, la autoridad supervisora y la comisión de coordinación. Si bien, también existen otras figuras no menos importantes, como el monitor, el promotor y por supuesto, los participantes¹²¹. Si bien, no podemos olvidar la naturaleza descentralizada de estas organizaciones. Una DAO no cuenta con una autoridad que supervise sus operaciones y decisiones, por lo que parece adecuado que un *sandbox* para DAOs se gobierne de acuerdo con dicha descentralización, sin establecer una única autoridad competente o supervisora. Una posible opción es que las distintas comunidades de las

¹²¹ El artículo 3 de la ley 07/2020 de Transformación Digital los define uno a uno.

DAOs participantes establezcan un Comité de Supervisión responsable de monitorizar el desarrollo del *sandbox* y garantizar el correcto curso del mismo. Para garantizar una supervisión suficiente y adecuada se podrían establecer una serie de requisitos de formación y experiencia a cumplir por los miembros de las DAOs que fueran a formar el Comité mencionado. También, se debería facilitar la opción de que los miembros de las DAOs tomaran decisiones y expresaran sus preocupaciones o reflexiones acerca de las normas, políticas de ejecución, medidas protectoras o de innovación que se estuvieran llevando a cabo.

Si bien, considero que todo este sistema de gobernanza descentralizado debería apoyarse en una autoridad de vigilancia centralizada y competente en función del sector al que se dedicase cada organización. Dentro de la jurisdicción española podría ser El Banco de España, la CNMV o la Dirección General de Seguros y el Fondo de Pensiones¹²².

De hecho, el pasado 14 de febrero, la Comisión Europea lanzó el primer *sandbox* europeo regulatorio para casos innovadores relacionados con las tecnologías DLTs. Con dicho *sandbox*, la Comisión busca aumentar la seguridad jurídica en el espacio de novedades digitales como el *blockchain*. Se estima que estará en funcionamiento entre 2023 y 2026 brindando a las empresas más revolucionarias la oportunidad de innovar en menor tiempo, menores costes y menos riesgos. Por otro lado, los reguladores también buscan sacar provecho a través de una supervisión exhaustiva de las innovaciones puestas en marcha, permitiendo hallar una regulación coherente con las exigencias que esta Era Digital presenta. De hecho, con la puesta en marcha de este *sandbox*, se presenta una iniciativa, a mi parecer, muy interesante que consiste en premiar a aquellos reguladores que presenten propuestas normativas avanzadas y eficaces¹²³.

La Comisión Europea ha anunciado que los proyectos participantes serán financiados por *The Digital Europe Program*, un programa de financiación puesto en marcha a finales de 2020 que

¹²² Garrigues. "Llega el sandbox español: el BOE publica la Ley de Transformación Digital del Sistema Financiero." Garrigues Digital 19/11/2020 (Obtenido de https://www.garrigues.com/es_ES/garrigues-digital/llega-sandbox-espanol-boe-publica-ley-transformacion-digital-sistema-financiero; último acceso (01/03/2023)).

¹²³ European Commission. "Launch of the European Blockchain Regulatory Sandbox." European Commission Digital Single Market News, 19 January 2021. (Obtenido de <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/launch-european-blockchain-regulatory-sandbox>; último acceso (02/03/2023))

tiene como objetivo acercar la tecnología digital a empresas, ciudadanos y administraciones públicas¹²⁴. O lo que es lo mismo, fomentar la transformación digital de la economía y la sociedad europea a través de la inversión en tecnologías digitales.

Me parece altamente positivo que la Unión Europea avance en su camino hacia la digitalización, cosa que beneficia enormemente a las DAOs. De hecho, creo que estas entidades deberían ser contempladas para la participación en el mencionado *sandbox*. Al fin y al cabo, el objetivo de este programa es identificar casos innovadores que puedan contribuir al bienestar de la sociedad y, al mismo tiempo, ser regulados. Las DAOs representan un caso idóneo para ello, ya que, si bien ofrecen muchos beneficios a la sociedad, también pueden conllevar riesgos si se utilizan con fines ilícitos o intereses poco éticos, debiendo ser, su correcta regulación, una de las prioridades de la UE.

5.2.2 *Smart contract de transparencia como propuesta regulatoria*

Muchos de los problemas que presentan las DAOs están relacionados con la transparencia, uno de los elementos clave en el ámbito de las DAOs y la tecnología *blockchain*. Es muy común que haya falta de transparencia en lo relativo a la información que manejan, el acceso a la misma, la responsabilidad de los miembros, así como gran dificultad a la hora de identificar a ciber delincuentes por la naturaleza del espacio virtual en el que operan. Por ello, considero que una buena forma de solucionar estos problemas y regular estas organizaciones es haciendo uso de los contratos inteligentes sobre los que se rigen. Concretamente, a través de un *smart contract* de transparencia por el cual se establezcan normas y protocolos claros de funcionamiento que garanticen total transparencia en la actividad y desarrollo de estas organizaciones.

Por un lado, utilizando la tecnología *blockchain* para la recopilación, almacenamiento y publicación de información. Como he explicado, esta tecnología permite que cualquiera que quiera acceder a la información recogida en la red pueda hacerlo. Lo cual permitiría que un *smart contract* recopilara y compartiera a través de la cadena de bloques, toda la información relevante sobre la

¹²⁴"Digital Programme." European Commission Digital Single Market. (Obtenido de <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/activities/digital-programme> ; último acceso ((02/02/2023))).

correspondiente DAO. Para ello, también sería importante definir qué información ha de ser pública, transparente y accesible. Algunos ejemplos serían los estados financieros, transacciones registradas o rendición de cuentas.

Dicho contrato inteligente se podría equiparar al estatuto de una sociedad. De manera que este recopilase toda la información relevante de la DAO desde su denominación, el fin para el que se ha constituido, las reglas de funcionamiento, los mecanismos de votación, etc. Así, se podría extrapolar lo establecido en el artículo 28 de la LSC, pero siempre desde la perspectiva descentralizada y virtual que caracteriza a estas organizaciones.

Además, serviría para adaptar la regulación de cada DAO al sector en el que esta se desenvuelve, permitiendo un control muy flexible y dotado de gran adaptabilidad a los cambios del entorno, hecho muy necesario para evitar la obsolescencia de las normas. Además, esto permitiría diseñar sistemas de responsabilidad y obligaciones muy específicos, transparentes y seguros, además de mecanismos de control a través de los cuales se garantizaran el respeto de las normas y el cumplimiento de las regulaciones de transparencia, estableciendo sanciones en aquellos casos de incumplimiento.

Por último, facilitar revisiones y actualizaciones de las regulaciones establecidas cuando fuera necesario. Dichas tareas se podrían asignar de manera rotatoria a los miembros de las DAOs, con una supervisión general de una autoridad competente. De hecho, retomo las ideas expuestas con respecto a la gobernanza del *sandbox*. Considero que han de ser los propios miembros de la organización los que lo autorregulen, pero contando con un apoyo externo que garantice un correcto cumplimiento de las normas diseñadas en el *smart contract*, así como de la normativa vigente en las distintas jurisdicciones.

A través de la implementación de este tipo de contratos inteligentes en la regulación de las DAOs, se conseguiría mejorar la confianza que los miembros y terceros tienen sobre ella. Además, promovería una mayor visibilidad de la responsabilidad y las obligaciones de las partes involucradas, fomentando una conducta responsable que minimizara la posibilidad de conductas fraudulentas. También fomentaría el crecimiento y eficacia de la organización, ya que, a mayor

transparencia, mayor involucración y criterio por parte de los miembros en la toma de decisiones. Por otro lado, con una exposición mayor, daría pie a acceder a nuevos participantes e incluso ampliar su actividad a otros mercados. En definitiva, dar visibilidad a lo que ocurre dentro de estas organizaciones otorgaría grandes beneficios, no solo para la propio DAO y sus miembros, si no para el mercado y sociedad en el que operase.

VI. CONCLUSIONES

Tras analizar en qué consiste una DAO y su surgimiento, su funcionamiento, sus aspectos jurídicos principales, así como cuáles son los desafíos jurídicos a los que se enfrenta, expondré a continuación una serie de conclusiones.

En primer lugar, las DAOs son un ejemplo de innovación en el diseño de organizaciones, que utiliza la tecnología blockchain y los *smart contract* para crear sociedades autónomas, descentralizadas y autoejecutables. Son muchos las ventajas o “promesas” que estas organizaciones presentan. Lo cual ha permitido que cada vez sean más sus seguidores. Dentro de las principales ventajas destacaría la posibilidad que otorga su carácter descentralizado de tomar las decisiones de la organización de manera democrática y abierta entre todos los miembros. Asimismo, gracias a que son organizaciones basadas en el sistema de *blockchain* y los *smart contracts*, las operaciones de las DAOs presumen de alta transparencia, permitiendo a sus miembros ser conocedores y participes de toda su actividad. Por otro lado, el uso de contratos inteligentes permite la automatización de procesos y el consecuente ahorro en coste y tiempo que deriva en una mayor eficiencia del sistema. Además, al tratarse de organizaciones que operan en línea, cualquiera puede acceder a ellas con mucha facilidad, pudiendo operar en mercados de muy diversa índole. Es innegable que los beneficios que presentan son muchos y muy prometedores. No obstante, considero que hay que ser cautos, ya que hay ciertos riesgos que no debemos ignorar.

Así, los principales riesgos a los que se enfrenta una DAO están relacionados con la protección de los usuarios y la seguridad de los mercados en el que opera. Dentro de estos riesgos podemos destacar la volatilidad del mercado de criptomonedas que pueden afectar significativamente al valor de los activos de la DAO impactando negativamente en los usuarios. Por otro lado, dado que las DAOs operan en cadenas de bloques inmutables, una vez se toma una decisión y queda

registrada en la cadena, esta no se puede alterar. Esta inmutabilidad puede llegar a ser una ventaja si se actúa sin dolo, ya que fomenta la transparencia y la confianza en la red. No obstante, presenta facilidades para los delincuentes que pueden aprovechar alguna vulnerabilidad en el código de un *smart contract* para obtener ganancias. Un ejemplo de esto es el caso de “The DAO”, que fue atacado aprovechando una “brecha” crítica del código resultando en un robo de más de 50 millones de dólares en Ethereum. Este tipo de delitos son difíciles de perseguir y sobre todo de resarcir, especialmente por la dificultad de imputar responsabilidad en una DAO. No olvidemos que las DAOs no tienen personalidad jurídica, por lo que, ante un delito de estas características nos encontramos ante la gran incertidumbre de quién ha de responder y como. Si bien es cierto que la comunidad de *blockchain* ha realizado esfuerzos para garantizar una mayor seguridad, como la mejora de auditorías de seguridad que detecten con mayor rigurosidad las vulnerabilidades del código de los contratos inteligentes, sigue habiendo riesgos tanto para el consumidor o usuario como para las empresas y el mercado en el que operen.

Como he expuesto en este trabajo, la creciente importancia de las DAOs en el mundo digital ha planteado una serie de cuestiones jurídicas que deben ser abordadas por las autoridades reguladoras. La rápida evolución tecnológica y la falta de regulación hacen que sea difícil garantizar un entorno controlado y seguro para estas organizaciones. En este sentido, es fundamental que se desarrollen marcos jurídicos claros y coherentes que reconozcan a las DAOs como entidades legales y establezcan normativas efectivas para su funcionamiento y supervisión. Si esto se consigue, la protección de los usuarios y de los inversores, así como la estabilidad del mercado estarían garantizados.

Es por ello por lo que, a mi parecer, la única forma efectiva de dar solución a los problemas que presentan estas organizaciones es a través de esfuerzos legislativos. De hecho, cada vez es mayor la atención que los reguladores prestan a los avances tecnológicos. La UE ha llevado a cabo esfuerzos regulatorios en relación con la IA, la tecnología *blockchain* y los cripto-activos principalmente.

En lo que respecta a la primera, la CE presentó en 2021 el Reglamento de la UE sobre la IA, que establece un marco de reglas para garantizar un uso seguro, ético y responsable de esta tecnología.

Este reglamento podría servir para regular ciertos aspectos de las DAOs en cuanto que muchas de ellas hacen uso de la IA para la toma de decisiones autónomas y la ejecución de los contratos inteligentes.

En relación con el *blockchain* y las criptomonedas, la regulación más relevante es el reglamento MiCA, una propuesta de regulación de la UE aún por aprobar que establece un marco regulatorio claro y eficiente para los servicios de cripto-activos y el uso de sistemas basados en *blockchain*. Este reglamento incluye requisitos de autorización y supervisión para empresas que ofrecen servicios relacionados con cripto activos y/o implementan la tecnología *blockchain*. Esto podría tener implicaciones para las DAOs que emiten y negocian *tokens*, pudiendo verse obligadas a cumplir con los requisitos establecidos por el reglamento para poder operar en la UE. Además, en 2018 se creó la EBP (*European Blockchain Partnership*) con el fin de desarrollar un marco legal y ético para la implementación de soluciones de *blockchain* en la EU. Si bien, la EBP no se enfoca principalmente en las DAOs, éstas podrían verse obligadas a cumplir con los requisitos legales establecidos por estas iniciativas. También se han desarrollado otras normativas europeas como el reglamento MiFID II, el RGPD, la Directiva de Derechos de los Consumidores de la UE, entre otros, que si bien no mencionan explícitamente a las DAOs, se les podría aplicar algunas de sus disposiciones en función del tipo de actividad que desarrollen.

El legislador europeo está trabajando en adaptar la normativa a los avances tecnológicos, siendo posible que en un futuro próximo se implementen nuevas regulaciones específicas para las DAOs. No obstante, en el presente trabajo he propuesto dos iniciativas para regular las DAOs. La primera de ellas consiste en el desarrollo de un *sandbox* regulatorio en conformidad con conclusiones y recomendaciones de la UE, así como con la ley española de transformación digital. De esta manera, los reguladores podrían experimentar con diferentes enfoques regulatorios y supervisar la actividad de las DAOs de manera controlada y segura. De hecho, la Comisión Europea ya ha lanzado el primer *sandbox* europeo regulatorio para casos innovadores relacionados con las tecnologías DLTs. A mi parecer, los reguladores deberían aprovechar este experimento para incluir a las DAOs y comenzar a desarrollar su tan necesario marco jurídico.

La segunda iniciativa propuesta consiste en un regular estas organizaciones a través de contratos inteligentes de transparencia. Estos contratos podrían equipararse al estatuto de una sociedad y adaptar su regulación a las necesidades específicas de cada DAO. En otras palabras, establecer una especie de regulación “a la carta”, de esta manera se garantizaría la adaptación de cada DAO al sector en el que se desenvuelve, permitiendo el diseño de sistemas de responsabilidad y obligaciones muy específicos, transparentes y seguros.

En conclusión, las DAOs han revolucionado la forma en que se organizan y administran las sociedades, ofreciendo numerosos beneficios. No obstante, es esencial abordar los riesgos asociados a las mismas para aprovechar al máximo sus ventajas. Para ello, el legislador ha de ser capaz de desarrollar una regulación capaz de adaptarse con rapidez y flexibilidad a los incesantes avances tecnológicos. De lo contrario, se corre el riesgo de que la regulación se vuelva obsoleta y que los esfuerzos realizados sean en vano.

VII. ANEXO

FIGURA 1

| DIFERENCIAS CLAVE | ESTRUCTURAS ORGANIZATIVAS TRADICIONALES | ORGANIZACIONES AUTONOMAS DESCENTRALIZADAS (DAOS) |
|----------------------------|--|---|
| Definición | Se trata de una unidad funcional y en divisiones. También se caracterizan por el hecho de que el nivel superior concentra la autoridad de las tareas estratégicas y operativas (centralización). | Redefine la distribución de la responsabilidad, la autoridad y la rendición de cuentas, en los distintos niveles de gestión. Se caracteriza por una naturaleza algorítmica que subyace con los <i>smart contracts</i> y la tecnología <i>blockchain</i> . |
| Toma de decisiones | Proceso relativamente lento | La toma de decisiones es rápida |
| Gobernanza | Jerárquica, basada en consejos de administración o directores ejecutivos. | Menos jerárquica, dependiente del consenso distribuido de los miembros (<i>smart contracts</i>) |
| Comunicación | Vertical y sistematizada | Horizontal y fluida |
| Autorización | Les corresponde a los directivos | Segregados en distintos niveles de gestión |
| Beneficio Principal | Coordinación y liderazgo eficaces | Transparencia, reparto de responsabilidades y carga de trabajo |

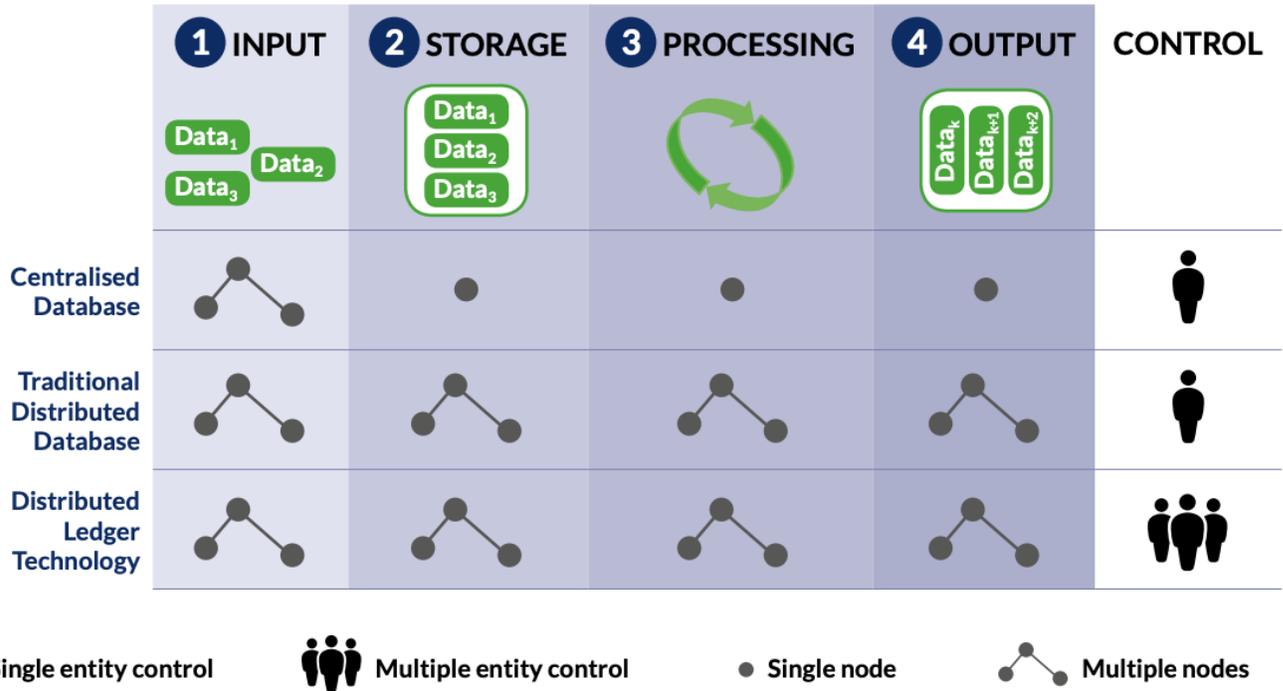
Figura 1. Diferencias clave entre las estructuras organizativas tradicionales y las organizaciones autónomas descentralizadas (DAOs). Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA 2



Figura 2. Principales elementos de una DAICO. Fuente: Elaboración propia. Recogido de: Buterin, 2018.

FIGURA 3



Note: a traditional distributed database consists of multiple nodes that collectively store and process data, however, the nodes are generally controlled by the same entity as opposed to DLT systems where there are multiple controllers.

Figura 3. Bases de datos centralizadas vs. DLTs. Fuente: Rauchs et al., "Distributed Ledger Technology System...", *op. cit.*, 23.

FIGURA 4

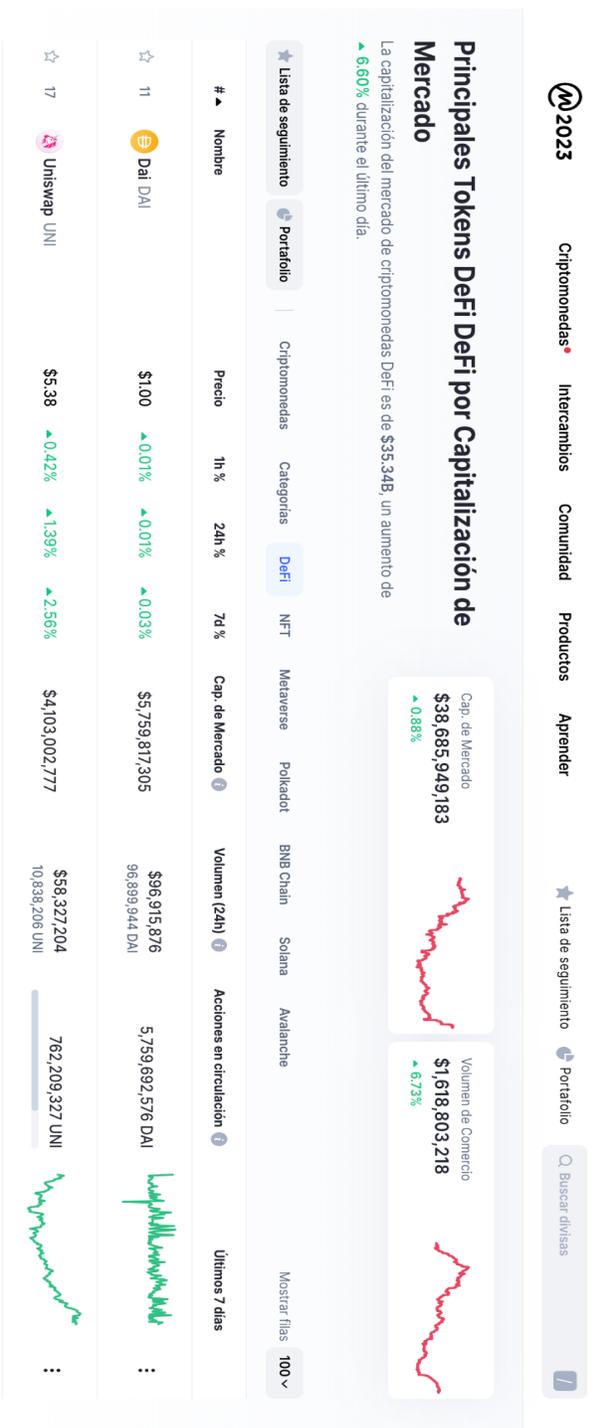


Figura 4. Datos recabados por CriptoMarket. Fuente: CriptoMarket web, obtenido 3 de enero de 2022.

FIGURA 5

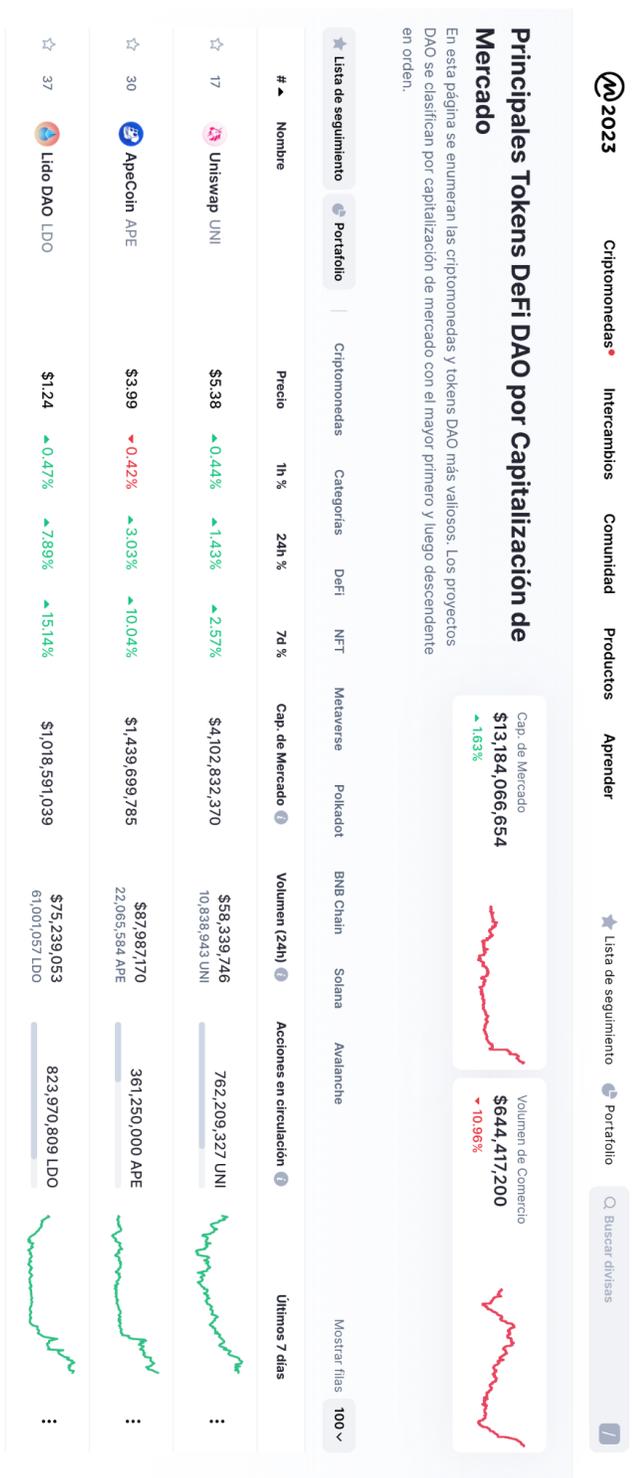


Figura 5. Datos recabados por CriptoMarket. Fuente: CriptoMarket web, obtenido 3 de enero de 2022.

FIGURA 6



Figura 6. Datos recabados por DeepDAO. Fuente: DeepDAO web, obtenido 3 de enero de 2022.

FIGURA 7



Figura 7. Datos recabados por DeepDAO. Fuente: DeepDAO web, obtenido 15 de agosto de 2022.

FIGURA 8



Figura 8. Contrato tradicional vs. *smart contracts*. Fuente: DG Abogados

VIII. BIBLIOGRAFIA

8.1 Legislación

a) Unión Europea

Comisión Europea, "Blockchain Partnership," Estrategia Digital para Europa. Obtenido de <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/blockchain-partnership>.

Comisión Europea, "Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la adaptación de las normas de responsabilidad civil extracontractual a la inteligencia artificial (Directiva sobre responsabilidad en materia de IA), DOUE, COM(2022) 496 final.

Comisión Europea, "Libro Blanco sobre la inteligencia artificial - un enfoque europeo orientado a la excelencia y la confianza", (2020).

Comisión Europea. "Propuesta de Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo por el que se establecen normas armonizadas en materia de inteligencia artificial (Ley de Inteligencia Artificial) y se modifican determinados actos legislativos de la Unión", DOUE , COM(2021) 206 final. Obtenido de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=celex:52021PC0206>

Comisión Europea, "Propuesta de Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo por el que se establece un marco para la adopción de decisiones basadas en la inteligencia artificial y se modifica la Directiva 2014/65/UE relativa a los mercados de instrumentos financieros, la Directiva (UE) 2017/1132 relativa a determinados aspectos del derecho de sociedades y la Directiva (UE) 2019/1151 relativa a las sociedades de capital, y se deroga el Reglamento (UE) 2016/679 (Reglamento sobre la inteligencia artificial)". Obtenido de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022PC0496>.

Conclusiones del Consejo sobre los espacios controlados de pruebas y las cláusulas de experimentación como herramientas de un marco normativo favorable a la innovación, resistente al paso del tiempo y que dé respuesta a los retos disruptivos en la era digital." 2020/C 447/01. Diario Oficial de la Unión Europea, C 447 (2020): 1-6.

Directiva (CE) 2001/29 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de mayo de 2001, relativa a la armonización de determinados aspectos de los derechos de autor y derechos afines a los derechos de autor en la sociedad de la información.

Directiva (UE) 2011/83 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2011, sobre los derechos de los consumidores”, Diario Oficial de la Unión Europea, L 304/64 (2011).

European Commission. "Launch of the European Blockchain Regulatory Sandbox." European Commission Digital Single Market News, (2021). Obtenido de <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/launch-european-blockchain-regulatory-sandbox>.

European Commission. "Digital Programme." European Commission Digital Single Market. Obtenido de <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/activities/digital-programme>.

Parlamento Europeo. "Resolución del Parlamento Europeo, de 16 de febrero de 2017, con recomendaciones destinadas a la Comisión sobre normas de Derecho civil sobre robótica (2015/2103(INL))." Diario Oficial de la Unión Europea, L 206/52, (2017).

Propuesta de Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo sobre los mercados de cripto activos y por el que se modifica la Directiva (UE) 2019/1937, COM/2020/593 final

Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos.

Reglamento (UE) 600/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de mayo de 2014, relativo a los mercados de instrumentos financieros y por el que se modifica el Reglamento (UE) n.º 648/2012.

Resolución del Parlamento Europeo, de 16 de febrero de 2017, con recomendaciones destinadas a la Comisión sobre normas de Derecho civil sobre robótica (2015/2103(INL)).

Securities and Exchange Commission. "Report of Investigation Pursuant to Section 21(a) of the Securities Exchange Act of 1934: The DAO." No. 81207, (2017). Obtenido de <https://www.sec.gov/litigation/investreport/34-81207.pdf>

b) España

España Comisión Nacional del Mercado de Valores. *Código de buen gobierno de las sociedades cotizadas*. Comisión Nacional del Mercado de Valores., 2015.

Código de Comercio. BOE, núm. 11, de 12 de enero de 1886.

Gobierno de España, "Plan de España Digital, 2025", 2020.

Ley 27/1999, de 16 de julio, de Cooperativas, BOE núm. 171, 17 de julio de 1999.

Ley 7/2020, de 13 de noviembre, de Transformación Digital. Boletín Oficial del Estado, núm. 274, de 14 de noviembre de 2020.

Real Decreto Legislativo 1/2010, de 2 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Sociedades de Capital.

8.2 Obras Doctrinales

Abatino, Barbara, Giuseppe Dari-Mattiacci, and Enrico C. Perotti. "Depersonalization of business in ancient Rome." *Oxford Journal of Legal Studies* 31, no. 2 (2011): 365-389.

Aneesh, Aneesh. *Virtual migration: The programming of globalization*. Duke University Press (2006).

Axelsen, Henrik, Johannes Rude Jensen, and Omri Ross. "When is a DAO Decentralized?." *Complex Systems Informatics and Modeling Quarterly* 31 (2022): 51-75.

Batz, Domingo Iván Yax. "Blockchain en el sector financiero y la seguridad en las transacciones bancarias y bitcoin." *CyberSecurity*: 20 (2018): 20-24. Obtenido de <https://incibe.gt/wp-content/uploads/2021/09/Revista-Digital-Cybersecurity-Vol3No2.pdf#page=19>

Beck, Roman. "Beyond bitcoin: The rise of blockchain world." *Computer* 51, no. 2 (2018): 54-58. <https://doi.org/10.1109/mc.2018.1451660>

Bellavitis, Cristiano, Christian Fisch, and Paul P. Momtaz. "The rise of decentralized autonomous organizations (DAOs): a first empirical glimpse." (2022). Obtenido de https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4074833

Boss, Stefanie. "DAOs and the future of governance." (2022). Obtenido de https://theses.uhn.ru.nl/bitstream/handle/123456789/12942/Boss%2C_Stefanie_1.pdf?sequence=4

Cassinello, Natalia, Ignacio Cervera Conte, Javier W. Ibáñez Jiménez, and Claudia López del Villar. "El desarrollo de las soluciones Fintech en España." *icade. Revista de la Facultad de Derecho* 101 (2017).

Casino, Fran, Thomas K. Dasaklis, and Constantinos Patsakis. "A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues." *Telematics and informatics* 36 (2019): 55-81. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0736585318306324>

Chohan, Usman W. "The decentralized autonomous organization and governance issues." (2017). Obtenido de https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3082055

Davidson, Sinclair, Primavera De Filippi, and Jason Potts. "Blockchains and the economic institutions of capitalism." *Journal of Institutional Economics* 14, no. 4 (2018): 639-658.

De Filippi, Primavera, and Samer Hassan. "Blockchain technology as a regulatory technology: From code is law to law is code." *arXiv preprint arXiv:1801.02507* (2018).

De Filippi, Primavera and Wright, Aaron. *Blockchain and the law: the rule of code*. (Harvard University Press, 2018).

Diallo, Nour, Weidong Shi, Lei Xu, Zhimin Gao, Lin Chen, Yang Lu, Nolan Shah et al. "eGov-DAO: A better government using blockchain based decentralized autonomous organization." In *2018 International Conference on eDemocracy & eGovernment (ICEDEG)*. IEEE, (2018): 166-171. Obtenido de <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8372356>

Diedrich, Henning. *Ethereum: Blockchains, digital assets, smart contracts, decentralized autonomous organizations*. Sydney: Wildfire publishing, (2016).

DuPont, Quinn. "Experiments in Algorithmic Governance: A History and Ethnography of ‘The DAO,’ a Failed Decentralized Autonomous Organization." In *Bitcoin and Beyond*, edited by J. Brito and A. Castillo. New York: Routledge, (2017): 157-177. Obtenido de <https://www.taylorfrancis.com/chapters/oa-edit/10.4324/9781315211909-8/experiments-algorithmic-governance-quinn-dupont>

Dwivedi, Vimal, Alex Norta, Alexander Wulf, Benjamin Leiding, Sandeep Saxena, and Chibuzor Udokwu. "A formal specification smart-contract language for legally binding decentralized autonomous organizations." *IEEE Access* 9 (2021): 76069-76082.

Faqir-Rhazoui, Youssef, Javier Arroyo Gallardo, and Samer Hassan. "An overview of decentralized autonomous organizations on the blockchain." (2020):1-8. Obtenido de <https://doi.org/10.1145/3412569.3412579>

Fasolato, Federico, and Mattia Raggio. "ICO or crowdfunding? An empirical analysis of fundraising strategies." (2018). Obtenido de https://www.politesi.polimi.it/bitstream/10589/145025/3/Tesi_Fasolato_Raggio.pdf

García, Adoración Castellano. "Conceptualización de los contratos inteligentes o autoejecutables basados en la tecnología blockchain y su encuadre en el ordenamiento jurídico español." *Revista Estudios Jurídicos. Segunda Época* 21 (2021).

García, Javier Ercilla. "Aproximación Jurídica a las Organizaciones Autónomas Descentralizadas (DAOs)." *Revista Aranzadi de derecho y nuevas tecnologías* 52 (2020).

Harris, Ron. "The Transplantation of the Legal Discourse on Corporate Personality Theories: From German Codification to British Political Pluralism and American Big Business." *Washington and Lee Law Review* 63 (2006): 1422-1478.

Hassan, Samer, and Primavera De Filippi. "Decentralized autonomous organization." *Internet Policy Review* 10, no. 2 (2021): 1-10.

Hornuf, Lars, Theresa Kück, and Armin Schwienbacher. "Initial coin offerings, information disclosure, and fraud." *Small Business Economics* 58, no. 4 (2022): 1741-1759.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11187-021-00471-y>

Hsieh, Ying-Ying, Jean-Philippe Vergne, Philip Anderson, Karim Lakhani, and Markus Reitzig. "Bitcoin and the rise of decentralized autonomous organizations." *Journal of Organization Design* 7, no. 1 (2018): 1-16.

Ibáñez Jiménez, Javier Wenceslao. "Blockchain: primeras cuestiones en el ordenamiento español." *Blockchain* (2018).

Ibáñez Jiménez, Javier Wenceslao. "Criptoactivos negociables y fichas de servicio (tokens no monetarios) en la propuesta de reglamento europeo de mercados distribuidos o blockchain." *Revista de derecho del mercado de valores* 28 (2021).

Lessig, Lawrence. "Code is law." *Harvard magazine* 1 (2000). Obtenido de https://cartorios.org/wp-content/uploads/2020/11/LESSIG_Lawrence_Code_is_law.pdf

Mainardi, Caterina. "An overview of blockchain application in the financial and legal sector: a regulatory riddle." (2022). Obtenido de <http://tesi.luiss.it/33480/>

Marcelo, Gabriela Yarlequé, and Diana Burgos Juarez. "Decentralized Autonomous Organizations: ¿ Un nuevo aporte de la Legaltech en el sector mercantil?." *IUS ET VERITAS* 64 (2022): 78-91. Obtenido de <https://doi.org/10.18800/iusetveritas.202201.004>

Mattila, Juri. *The blockchain phenomenon—the disruptive potential of distributed consensus architectures*. No. 38. ETLA working papers, 2016. Obtenido de <https://www.econstor.eu/handle/10419/201253>

Mattila, Vilma, Prateek Dwivedi, Pratik Gauri, and Md Ahab. "Mapping out the DAO Ecosystem and Assessing DAO Autonomy." (2022).

Maupin, Julie. "The G20 countries should engage with blockchain technologies to build an inclusive, transparent, and accountable digital economy for all." No. 2017-48. *Economics Discussion Papers*, 2017. Obtenido de . <https://www.econstor.eu/handle/10419/163569>

Merkle, Ralph. "DAOs, democracy and governance." *Cryonics Magazine* 37, no. 4 (2016): 28-40.

Metjahic, Laila. "Deconstructing the DAO: The need for legal recognition and the application of securities laws to decentralized organizations." *Cardozo L. Rev.* 39 (2017). Obtenido de <http://cardozolawreview.com/wp-content/uploads/2018/07/METJAHIC.39.4.pdf>

Nabben, Kelsie. "Imagining human-machine futures: blockchain-based “Decentralized Autonomous Organizations”." (2021). Obtenido de https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3953623

Navarro Lérída, María Sagrario. "Gobierno corporativo, blockchain y smart contracts. Digitalización de las empresas y nuevos modelos descentralizados (DAOS)." *Revista de derecho del mercado de valores* 23 (2018): 1-22.

Navarro Mendizábal, Iñigo Alfonso. *Derecho de obligaciones y contratos*. Cizur Menor, España: Thomson Reuters, (2019).

Núñez Zorrilla, M.d.C., "Los nuevos retos de la Unión Europea en la regulación de la responsabilidad civil por los daños causados por la inteligencia artificial," *Revista Española de Derecho Europeo* 66 (2018).

Orlikowski, Wanda J. "Sociomaterial practices: Exploring technology at work." *Organization studies* 28, no. 9 (2007): 1435-1448.

Padilla, Juan. "Blockchain y contratos inteligentes: aproximación a sus problemáticas y retos jurídicos." *Revista de Derecho Privado*, no. 39 (2020): 175-201.

Pérez, Ana Felicitas Muñoz. "Aspectos sobre las finanzas descentralizadas DEFI, protocolo de préstamos." *Revista de derecho del mercado de valores* 29 (2021): 5.

Pérez, Ana Felicitas Muñoz. "Blockchain, criterios ESG y objetivos ODS. Consideraciones sobre las DAOS sostenibles." *Revista de derecho del mercado de valores* 31 (2022).

Pupyshev, Aleksei, Ilya Sapranidi, and Shamil Khalilov. "Pathway: a protocol for algorithmic pricing of a DAO governance token." (2022). Obtenido de <https://arxiv.org/pdf/2202.06541.pdf>

Rauchs, Michel, Andrew Glidden, Bryan Gordon, Gina C. Pieters, Martino Recanatini, François Rostand, Kathryn Vagneur, et al. "Distributed Ledger Technology Systems: A Conceptual Framework." *Review of Financial Studies* 32, no. 5 (2018): 1750-1797. Obtenido de https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3230013

Retamal, Carlos Dolader, Joan Bel Roig, and José Luis Muñoz Tapia. "La blockchain: fundamentos, aplicaciones y relación con otras tecnologías disruptivas." *Economía industrial* 405 (2017): 33-40.

Rodrigues, Usha R. "Law and the Blockchain." *Iowa Law Review* 104, (2018): 40-43.

Rozas, David, Antonio Tenorio-Fornés, Sergio Díaz-Molina, and Saeed Hassan. "When Ostrom Meets Blockchain: Exploring the Potentials of Blockchain for Commons Governance." *Sage Open* 11, no. 1, (2021). Obtenido de <https://doi.org/10.1177/21582440211002526>

Santana, Carlos, and Laura Albareda. "Blockchain and the emergence of Decentralized Autonomous Organizations (DAOs): An integrative model and research agenda." *Technological Forecasting and Social Change* 182, (2022): 121806.

Sanz Bayón, Pablo. "An approach to regulation on financial derivatives in the Spanish law." *International Journal of Business and Social Research* 4 (2013): 132-138.

Sanz Bayón, Pablo. "La ejecución automática de los contratos: una aproximación a su aplicación en el sector asegurador." (2020).

Saroiu, Stefan, P. Krishna Gummadi, and Steven D. Gribble. "Measurement study of peer-to-peer file sharing systems." In *Multimedia computing and networking 2002*, vol. 4673, SPIE, (2001): 156-170.

Tasca, Paolo, and Claudio J. Tessone. "Taxonomy of blockchain technologies. Principles of identification and classification." *arXiv preprint arXiv:1708.04872* (2017).

Tapscott, Don and Alex Tapscott. *La Revolución Blockchain: Descubre Cómo Esta Nueva Tecnología Transformará La Economía Global*. Ediciones Deusto, (2017). Obtenido de https://static0planetadelibroscommx.cdnstatics.com/libros_contenido_extra/35/34781_La_revolucion_blockchain.pdf

Tikhomirov, S., Voskresenskaya, E., Ivanitskiy, I., Takhaviev, R., Marchenko, E., and Alexandrov, Y. "Smartcheck: Static Analysis of Ethereum Smart Contracts." In *Proceedings of the 1st International Workshop on Emerging Trends in Software Engineering for Blockchain*, edited by L. Zhang, M. Dumas, and X. Wang. New York: ACM Press, (2018). Obtenido de <https://s-tikhomirov.github.io/assets/papers/smartcheck.pdf>

Uría Menendez. "Una introducción al *sandbox* regulatorio". (2019) Obtenido de <https://www.uria.com/documentos/publicaciones/6676/documento/foro05.pdf?id=8961&forceDownload=true>

Veiga Copo, Abel Benito, and Miguel Martínez Muñoz. "Seguros de personas e inteligencia artificial." (2022).

Veiga Copo, Abel B. "«Smart contract» y contrato de seguro. una ecuación asimétrica y no sólo algorítmica." *Revista de Derecho del Sistema Financiero: mercados, operadores y contratos* (2020): 119-184.

Viriyasitavat, W. and D. Hoonsopon. "Blockchain characteristics and consensus in modern business processes." *Journal of Industrial Information Integration* 13 (2019).

Virovets, D., & Obushnyi, S. "Decentralized Autonomous Organizations as the New Form of Economic Cooperation in Digital World." *The USV Annuals of Economics and Public Administration* 20, no. 2 (2020): 41-52. Obtenido de <http://annals.seap.usv.ro/index.php/annals/article/view/1283/1031>

Villafañez Sagardoy, Diego, and Pedro J. Cuadros-Solas. "La irrupción de las stablecoins: evolución, riesgos y marco regulatorio." (2022): 3.

Wang, Shuai, Wenwen Ding, Juanjuan Li, Yong Yuan, Liwei Ouyang, and Fei-Yue Wang. "Decentralized autonomous organizations: Concept, model, and applications." *IEEE Transactions on Computational Social Systems* 6, no. 5 (2019): 870-878. Obtenido de <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8836488>

Wright, Aaron. "The rise of decentralized autonomous organizations: Opportunities and challenges." *Stan. J. Blockchain L. & Pol'y* 4 (2020). Obtenido de <https://stanford-jblp.pubpub.org/pub/rise-of-daos>

Yaga, Dylan, Peter Mell, Nik Roby, and Karen Scarfone. "Blockchain technology overview." arXiv preprint arXiv:1906.11078 (2019). Obtenido de <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ir/2018/NIST.IR.8202.pdf>

Yeoh, Peter. "MiFID II key concerns." *Journal of Financial Regulation and Compliance* (2019).

Ziółkowska, Katarzyna. "Corporations of the Future? Presentation of the Concept of Decentralized Autonomous Organizations on the Example of the DAO." In *We are delighted to present you the seventh edition of international conference papers of the PhD students and young researchers*. (2019): 326-332.

8.2 Recursos de Internet y documentos institucionales

Buterin, Vitalik. "A next-generation smart contract and decentralized application platform. *white paper*, 2013. Obtenido de https://blockchainlab.com/pdf/Ethereum_white_paper-a_next_generation_smart_contract_and_decentralized_application_platform-vitalik-buterin.pdf

Buterin, V. (2014). DAOs, DACs, DAs and more: An incomplete terminology guide. *Ethereum Blog*, 6, 2014. Obtenido de <https://blog.ethereum.org/2014/05/06/daos-dacs-das-and-more-an-incomplete-terminology-guide>

"Derechos de autor y derechos afines a los derechos de autor en la sociedad de la información" 2021. EUR-Lex. Obtenido de <https://eur-lex.europa.eu/ES/legal-content/summary/copyright-and-related-rights-in-the-information-society.html>

CoinMarketCap, "DeFi,". Obtenido de <https://coinmarketcap.com/es/view/defi/>

CoinMarketCap, "DAO," Obtenido de <https://coinmarketcap.com/es/view/dao/>

DeFi Pulse. 2020. "What is DeFi?" DeFi Pulse. <https://www.defipulse.com/blog/what-is-defi>.

Garrigues. "Llega el sandbox español: el BOE publica la Ley de Transformación Digital del Sistema Financiero." Garrigues Digital 19/11/2020. Obtenido de https://www.garrigues.com/es_ES/garrigues-digital/llega-sandbox-espanol-boe-publica-ley-transformacion-digital-sistema-financiero

Hammerschmidt, Chris. "Consensus in blockchain systems. in short." *Medium Corporation* (2017). Obtenido de <https://medium.com/@chrshmmmr/consensus-in-blockchain-systems-in-short-691fc7d1fefe>

Jentzsch, Christoph. "Decentralized Autonomous Organization to Automate Governance." White Paper, November 2016. Obtenido de <https://lawofthelevel.lexblogplatformthree.com/wp-content/uploads/sites/187/2017/07/WhitePaper-1.pdf>

MetaverseDAO, "Home - MetaverseDAO,". Disponible en <https://metaversedao.app/>

Nakamoto, Satoshi. "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System." *Decentralized Business Review*, no. 21260 (2008). Obtenido de <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>

"Naturaleza Jurídica de las Organizaciones Autónomas Descentralizadas (DAOs) - Primera Parte," Derecho y Finanzas, 15 de enero de 2021. Obtenido de <https://www.derechoyfinanzas.org/naturaleza-juridica-de-las-organizaciones-autonomas-descentralizadas-daos-primera-parte/>.

"Nuevas normas de responsabilidad aplicables a los productos y a la IA para proteger a los consumidores," Centro de Documentación Europea de la Universidad de Granada, 22 de abril de 2021. Obtenido de <https://cde.ugr.es/index.php/union-europea/noticias-ue/1453-nuevas-normas-de-responsabilidad-aplicables-a-los-productos-y-a-la-ia-para-proteger-a-los-consumidores>

Oulego, J. R. DAO: Naturaleza e Implicaciones Jurídicas. *Adefinitivas*, AD 180/2021. (2021). Obtenido de <https://adefinitivas.com/arbol-del-derecho/dao-naturaleza-e-implicaciones-juridicas-a-cargo-de-jose-ramon-oulego/>

PWC. "El impacto regulatorio de la Propuesta MiCA: Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on Markets in Crypto-assets and amending Directive (EU) 2019/1937COM/2020/593." Obtenido de <https://www.pwc.es/es/auditoria/assets/impacto-regulatorio-mica-en%20los-criptoactivos.pdf>

Reiff, N. Decentralized Autonomous Organization (DAO): Definition, Purpose, and Example. Investopedia. (2022) Obtenido de <https://www.investopedia.com/tech/what-dao/>

Real Academia Española. s.v. "Autónomo." *Diccionario de la lengua española*. Obtenido de <https://dle.rae.es/aut%C3%B3nomo>, último acceso (15/09/2022).

Real Academia Española. "Blockchain." Observatorio de palabras. Obtenido de <https://www.rae.es/observatorio-de-palabras/blockchain>, último acceso (27/10/2022).

Real Academia Española. s.v. "Descentralizar." *Diccionario de la lengua española*. Obtenido de <https://dle.rae.es/descentralizar?m=form> , último acceso (15/09/2022).

Real Academia Española. s.v. "Organización." *Diccionario de la lengua española*. Obtenido de <https://dle.rae.es/organizaci%C3%B3n>, último acceso (15/09/2022).

Toppin, J. DAOs Aren't A Fad — They're A Platform. FORBES. (2022). Obtenido de <https://www.forbes.com/sites/jeffkauflin/2022/02/03/daos-arent-a-fad-theyre-a-platform/>

Villalba, J. F. DAO: nueva era de las sociedades sin factor humano en el mundo jurídico multidimensional. Beincrypto. (2022) Obtenido de <https://es.beincrypto.com/dao-nuevas-sociedades-sin-factor-humano-mundo-juridico-multidimensional>

World Bank. "Distributed Ledger Technology and Blockchain." Fintech Notes (2017). <https://documents1.worldbank.org/curated/en/177911513714062215/pdf/122140-WP-PUBLIC-Distributed-Ledger-Technology-and-Blockchain-Fintech-Notes.pdf>.

Young, Martin. "¿El monitoreo de DeFi en la UE impulsará u obstaculizará la industria?" BeInCrypto. October 11, (2022). <https://es.beincrypto.com/monitoreo-defi-ue-impulsara-obstaculizara-industria/>.