

**TOKENS NO FUNGIBLES: UNA REVISIÓN SISTEMATIZADA SOBRE EL  
PANORAMA DESDE LA EVIDENCIA CIENTÍFICA****NON-FUNGIBLE TOKENS: A SYSTEMATIC REVIEW OF THE PANORAMA  
FROM SCIENTIFIC EVIDENCE**

 MSc. Javier Alfonso Ramírez Duran\*,  Jose Ignacio Ramírez\*,  
 PhD. Leonardo Niebles Núñez\*

\* Corporación Universitaria Latinoamericana  
Calle 58 # 55 - 24A Barranquilla - Colombia

\*Universidad del Atlántico, Facultad de Ingeniería,  
Calle 68 Número 53- 45 Barranquilla- Atlántico.

Tel.: (57) (5) 3162666.

E-mail: {hugohernandezp, daironovoa, danielmendoza}@mail.uniatlantico.edu.co

**Cómo citar:** Ramírez Duran, J. A., Ramírez, J. I., & Niebles Núñez, L. (2023). TOKENS NO FUNGIBLES: UNA REVISIÓN SISTEMATIZADA SOBRE EL PANORAMA DESDE LA EVIDENCIA CIENTÍFICA. REVISTA COLOMBIANA DE TECNOLOGÍAS DE AVANZADA (RCTA), 1(41), 132–145. <https://doi.org/10.24054/rcta.v1i41.2558>

Derechos de autor 2023 Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada (RCTA).  
Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0.



**Resumen:** Los tokens no fungibles son uno de los temas que han tenido más popularidad en los últimos meses por las elevadas sumas de dinero que las transacciones de estos han representado; no obstante, existen muchas preguntas sobre que son y cómo funcionan los tokens no fungibles. De esta forma, el presente estudio se desarrolla con el objeto de analizar los beneficios de los Tokens no fungibles y su aplicación dentro de los diversos mercados. Para el desarrollo del estudio se presenta una revisión bibliográfica sistematizada realizada en las bases de datos de WoS y Scopus, acompañada de un análisis bibliométrico de los resultados de la ecuación de búsqueda antes de realizar el proceso de filtraje de los resultados. Los resultados obtenidos permiten mostrar un importante nivel de aplicación de los tokens no fungibles en diversos sectores, basándose en las cualidades de la dotación de información verificable e inclonable a diversos activos; los cuales pueden ir desde dispositivos físicos basados en el IOT hasta arte digital, música o coleccionables dentro de los juegos de video. Se concluye que el panorama de los tokens no fungibles, si bien es muy incierto, muestra una tendencia hacia el crecimiento y permanencia como un tipo de activo a ser considerado en el desarrollo de la era 4.0.

**Palabras clave:** Tokens no fungibles, Blockchain, contratos inteligentes, Ethereum

**Abstract:** Non-fungible tokens are one of the topics that have been most popular in recent months due to the high sums of money that their transactions have represented; However, there are many questions about what non-fungible tokens are and how they work. In this way, this study is developed in order to analyze the benefits of non-fungible Tokens and their application within the various markets. For the development of the study, a systematized bibliographic review carried out in the WoS and Scopus databases is presented, accompanied by a bibliometric analysis of the results of the search equation

before carrying out the process of filtering the results. The results obtained show an important level of application of non-fungible tokens in various sectors, based on the qualities of providing verifiable and unclonable information to various assets; which can range from physical devices based on the IOT to digital art, music or collectibles within video games. It is concluded that the panorama of non-fungible tokens, although very uncertain, shows a trend towards growth and permanence as a type of asset to be considered in the development of the 4.0 era.

**Keywords:** Non-fungible tokens, Blockchain, smart contracts, Ethereum.

## 1. INTRODUCCIÓN

A partir del auge de las criptomonedas en los últimos años, se ha dado un cambio radical en la forma en la que se realizan transacciones dentro del ámbito digital (Sahoo, 2017), convirtiéndose estas en la base fundamental de uno de los mercados más destacables y con el mayor y más rápido auge en la historia de la humanidad (Goel & Mittal, 2020). De esta forma, se debe destacar que el mercado de las criptomonedas se ha destacado no solo por el gran crecimiento y relevancia que ha presentado, sino que dicho reconocimiento también se asocia a que estas, al no ser localizables, tienden a ser utilizadas dentro para diversas actividades ilícitas como el lavado de activos (Vassallo, Vella & Ellul, 2021).

No obstante, con este tipo de activos digitales aparece la tecnología del blockchain (cadena de bloques) como una nueva arquitectura de transacción o proceso el cual supone un cambio radical en la credibilidad de la información; siendo está considerada como una de las invenciones con mayor repercusión en la historia de la humanidad; la cual es comparable con el internet (Tapscott & Tapscott, 2016; Zhou, et al., 2020). La tecnología blockchain se basa en una serie de registros digitales que llevan un control de la información por medio de un grupo de bloques que se conectan entre sí y registran el proceso de las diversas transacciones y los datos relacionados con estas (Seebacher, & Schüritz, 2017; Pessler, 2021).

Diversos expertos consideran que la tecnología del blockchain ha sido la herramienta fundamental para dar descentralización y confiabilidad al mercado de las criptomonedas a nivel internacional (Kher, Terjesen & Liu, 2021); destacando como ciertamente dicha tecnología hoy en día se aplica a diversos entornos como el de la salud, logística, entre otros (Shahnaz, Qamar & Khalid, 2019; Bodkhe et al., 2020).

Es aquí donde se da la aparición de los llamados NFTs o, por sus siglas en español, Tokens no fungibles; lo cual significa que estos activos digitales se caracterizan por no ser homogéneos

entre sí y tener la cualidad de ser únicos en su tipo (Fairfield, 2021); a diferencia de las diversas criptomonedas que ciertamente se diseñaron para no ser diferentes entre estas, dándoles una cualidad de ser igual de valiosas entre sus iguales (Baur, Hong & Lee, 2018; Shirole, Darisi & Bhirud, 2020). Hoy en día los Tokens no fungibles han cobrado una importante relevancia dentro del mercado a nivel internacional de las transacciones de arte digital y dentro de otros mercados como el de la música o los deportes electrónicos donde ya poseen un importante grado de maduración que permite evidenciar el importante crecimiento de este tipo de activo digital como una oportunidad de inversión (Vermibus, 2021; Franceschet, et al., 2020; Kupferman, 2021).

Es indispensable comprender como los Tokens no fungibles se encuentran estrechamente relacionados con las criptomonedas y con la tecnología del blockchain; con la primera dicha relación se da pues los NFTs surgen a partir de los llamados contratos inteligentes de Ethereum y con la segunda se relacionan gracias al aprovechamiento de las cadenas de bloques para asegurar la transparencia y trazabilidad de las transacciones realizadas con este tipo de activo digital; permitiendo comprobar la originalidad de este (Pessler, 2021; Raman & Raj, 2021).

De esta forma, a través de una transacción en Ethereum por medio de un contrato digital el dueño del activo puede probar la existencia y el ser dueño de dicho activo digital, donde el creador de este puede generar ingresos a partir de cada transacción realizada con este tipo de token, haciéndolo sumamente atractivo para la protección y rentabilidad de las propiedades intelectuales (Serada, Sihvonen & Harviainen, 2021).

Los Tokens no fungibles pueden ser cualquier tipo de activo digital que caracteriza por ser único, como lo puede ser una composición musical, una obra de arte, un componente relacionado a un juego de video o hasta una publicación en Twitter (Vanherpe & Janssens, 2021; Rae, 2021). Ciertamente esta oportunidad de rentabilizar activos digitales de

forma transparente hace que el mercado de los coleccionistas y los inversores vean en los NFTs una oportunidad de obtener ingresos en una forma considerable (Crow & Ostroff, 2021). A continuación, se muestra un ejemplo del CryptoPunk C #9023, cuya última transacción se realiza por total de USD 39,740.90 (Larvalabs, 2021):

Esto ciertamente se demuestra por los números reportados en los primeros meses del 2021, donde el volumen del mercado supera los dos billones de dólares, lo cual es diez veces mayor a todo el volumen del mercado del trading durante todo el año 2020. Su aplicación también ha migrado al ámbito deportivo, en el que se han generado alrededor de 7.6 millones de dólares en transacciones de videos sobre jugadas de la NBA (Nadini, 2021). A su vez, dicho mercado ha mostrado un crecimiento sumamente importante desde el comienzo del 2021, pues en este año se han reportado mas de 550 Millones de dólares en transacciones para finales de marzo, de los cuales el 36,4% fue reportado solamente en el mes de marzo (Dowling, 2021).

No obstante, se debe destacar que dentro del ámbito científico existen muy escasos estudios que direccionen a la descripción de los Tokens no fungibles y que analicen su crecimiento y aplicación dentro de los mercados actualmente; especialmente dentro del ámbito investigativo de habla hispana donde dicha información es mucho más escasa. De esta forma, el presente estudio se desarrolla con el objeto de describir a través de una revisión teórica los Tokens no fungible como un activo digital en auge.

A partir de dicho fenómeno objeto de estudio, el presente artículo se desarrolla con el objeto de analizar los beneficios de los Tokens no fungibles y su aplicación dentro de los diversos mercados. Esta premisa da origen a la pregunta de investigación la cual se direcciona a saber ¿Cuáles son los beneficios de los Tokens no fungibles y su aplicabilidad dentro de los diversos mercados?

## 2. METODOLOGIA

Con la premisa de dar resolución al objetivo planteado en el documento, se desarrolla una búsqueda sistematizada la cual se enfoca en la evidencia científica que aborde la aplicación de los llamados Tokens no fungibles dentro de los diversos mercados y sectores a nivel internacional. Dicha revisión sistematizada responde a la latente falencia de información de índole académica que respalde los conceptos y evidencias encontradas con relación a este tipo de activo digital; siendo este estudio la

apertura de un marco analítico construido desde la confiabilidad y validez que brinda este tipo de procesos de revisión (Díaz-Jiménez, Yerga-Míguez & Serrato-Calero, 2021).

Es fundamental comprender que, tal como enuncian Gama & Gómez-Conesa (2008) una revisión sistematizada es un estudio el cual posee un diseño denominado como de fuentes secundarias cuya naturaleza es de carácter retrospectivo, observacional y analítico. Para la puesta en marcha de la revisión sistematizada presentada se tomaron como base las palabras clave del inglés tomadas del tesoro de la IEEE 2021 “Blockchain” y “token network”.

A partir de dicho proceso se procesan los resultados obtenidos en las dos bases de datos seleccionadas para la revisión por medio del software Histcite; el cual permitió la realización de una revisión bibliométrica de las fuentes consultadas basándose en el proceso planteado por estudios como el de George y Avello (2021) donde previo a un análisis de mapeo sistemático de la literatura es fundamental realizar un análisis de índole bibliométrico de los resultados obtenidos. En este caso, se destaca que el análisis bibliométrico no se realiza con el fin de construir clústeres debido a la novedad del fenómeno objeto de estudio, si no para comprender las características de los resultados arrojadas por los tesauros aplicados en el proceso de búsqueda.

De esta forma, las plataformas seleccionadas para la revisión fueron Scopus y Web Of Science por ser de las dos bases de datos con mayor renombre a nivel internacional y se toman algunos documentos de fuentes de información como Google Scholar los cuales se seleccionan de forma intencional para reforzar ciertos elementos del estudio. La recolección de la información se desarrolla el 24 de junio del año 2021. En este sentido, las búsquedas se realizan con los siguientes criterios de inclusión:

1. Las investigaciones debían haber desarrollado algún estudio relacionado directamente con los Tokens no fungibles.
2. Se incluyen estudios que analicen de forma directa o indirecta su aplicación o posibles aplicaciones de los Tokens no fungibles hacia algún sector.
3. Que las investigaciones se publicasen en revistas científicas, book series, Conference Proceedings o disertaciones.
4. La ventana de observación de la revisión comprende desde 2018 hasta 2021.

Las investigaciones seleccionadas se analizaron por medio de una matriz en donde se colocaron los puntos clave de cada estudio como conceptos,

materiales y métodos, resultados y aportes a la investigación. Se toma como base una escala dicotómica de “sí” y “no” para la determinación de que estudios serían tomados para la revisión final desarrollada.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Análisis bibliométrico en las bases de datos

A partir de la búsqueda de los tesauros dentro de las bases se destaca que se encontraron un total de 303 publicaciones las cuales se distribuyen en 234 en Scopus y 69 en Web of Science. Con estos datos se desarrolla el siguiente análisis bibliométrico comparativo:

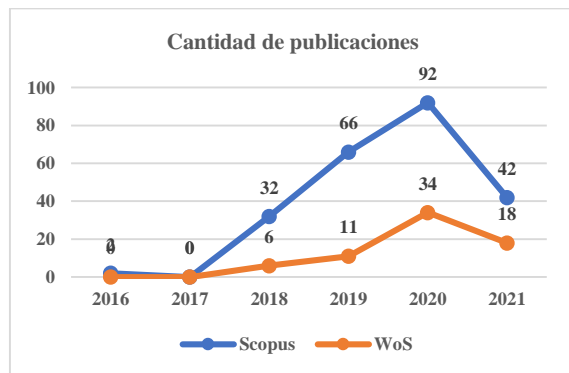


Fig. 1. Publicaciones en Scopus y WoS

Partiendo de la cantidad de artículos publicados por cada una de las bases de datos se observa como en Scopus las publicaciones sobre la temática de estudio se dan desde el año 2016, pero no es hasta el año 2018 cuando se evidencia un crecimiento significativo con 32 trabajos publicados; tendencia que siguió en ascenso en el año 2020 con 92 publicaciones. Con respecto a Web of Science, es de destacar que, si bien la frecuencia de publicaciones sobre el área es menor, se observa un claro aumento en el área a partir del año 2018.

En este sentido, se procede a indagar sobre la distribución de publicaciones sobre las temáticas por países por un estudio de acoplamiento. Dentro de dicho análisis se observa como el país con mayor frecuencia de publicación es Estados Unidos con un total de los 43 documentos publicados en Scopus y seguido de países con una frecuencia destacable como los China con 40, India con 24, Alemania y Reino Unido con 12 cada en cada país, Australia y Singapur con 9 y Hong Kong, Italia, Sur Corea y España con 8.

Al revisar el registro el base de datos de Web of Science se logra determinar como la mayor concentración de publicaciones dentro de la ecuación de búsqueda formulada se presentan desde los Estados Unidos con un total de 17, seguido de China con 13, India e Italia con 6 cada uno y Alemania con una frecuencia de cinco publicaciones localizadas. Esto se observa en la siguiente tabla:

Tabla 1: Países con mayor frecuencia de publicación en el área en las bases de datos de Scopus y WoS

Scopus		Web of Science	
País	Frecuencia	País	Frecuencia
United States	43	Usa	17
China	40	China	13
India	24	India	6
Germany	12	Italy	6
United Kingdom	12	Germany	5
Australia	9	Australia	3
Singapore	9	England	3
Hong Kong	8	Finlandia	3
Italy	8	U Arab Emirates	3
South Korea	8		
Spain	8		

Con base a ello, es importante destacar que en ambas bases de datos Estados Unidos es el país con mayor frecuencia de publicación en el área objeto de estudio, seguido de China e India los cuales mantienen el segundo y tercer lugar en la ponderación en las bases de datos; a su vez dentro de este mismo análisis de acoplamiento se hace alusión a países como Alemania, Australia, Italia o Reino Unido con una producción destacable.

Por otro lado, con respecto a la coocurrencia de las palabras clave localizadas se observa como el base de datos de Web of Science (Figura 1) se evidencia como las palabras clave con mayor impacto son Blockchain, Cryptocurrency, Smartcontract, Ehterium, Security y Bitcoin; dando muestra como dicha temática se asocia hacia las transacciones digitales apoyadas en la tecnología del Blockchain y los activos digitales como el Ethereum o el Bitcoin. Del mismo modo, al realizar la revisión de coocurrencia dentro de la base de datos de Scopus, se observa como aquellas que tienen un mayor impacto son Blockchain, Internet of things, network security, Ethereum, smartcontract y Access control,

mostrando como se da una relación hacia sistemas informáticos o criptografía:

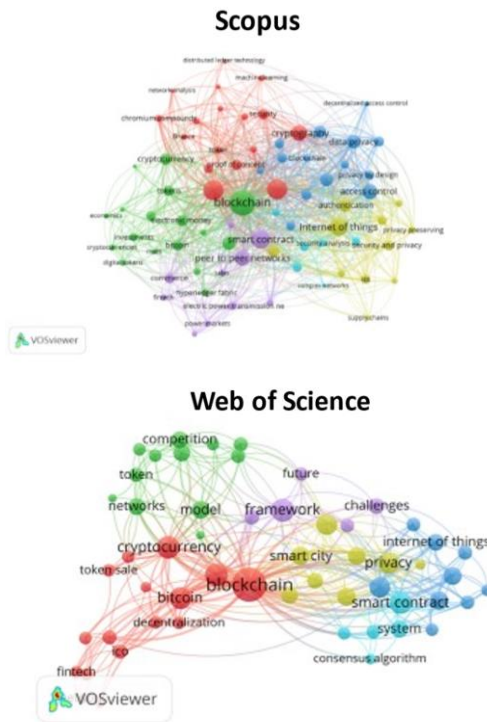
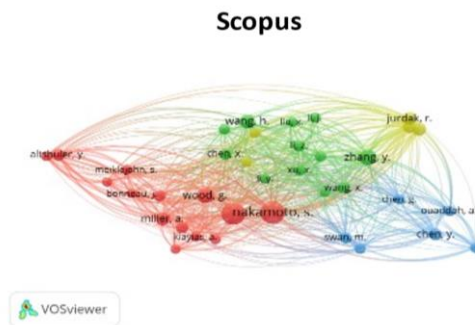


Fig. 2. Coocurrencia de palabras clave en Scopus y Wos

Seguidamente, con respecto al acoplamiento por autor citado se destaca como en ambas bases de datos existen importantes similitudes en los más importantes referentes dentro del área. Dentro de este mencionado grupo de autores se puede hacer alusión a Nakamoto, S. (referencia utilizada para el seudónimo al cual se le atribuye la creación del protocolo Bitcoin), Chen, Y.; Swan, M. o Quaddah, A. quienes aparecen en las dos bases de datos como algunos de los autores más citados; ello se observa en la siguiente figura:



**Web of Science**

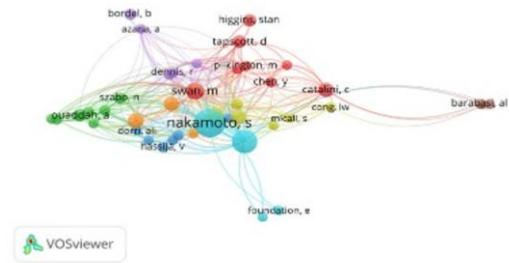


Fig. 3. Autores más citados en Scopus y Wos

**3.2. Filtrado y revisión**

Se procede a realizar el filtro de las publicaciones tomando como base los criterios establecidos, de este proceso se pasan de 303 documentos a un total de 11 documentos, a los cuales se suman 10 documentos que fueron seleccionados de forma manual en la plataforma de Google Scholar a partir de la calidad de contenido y científica localizada en los estudios. Este proceso arroja un total 21 documentos, cuyo filtraje se observa a continuación:



Fig. 4. Proceso de filtraje realizado

A partir del filtraje realizado, se muestra la siguiente tabla con los puntos más relevantes localizados en los 21 estudios seleccionados para la revisión en donde se establecen una serie de categorías para describir el beneficio de los NFTs y los Sectores de aplicación mencionados en cada uno de los estudios sometidos para la revisión final:

**Tabla 2: Puntos relevantes de las publicaciones analizadas para la revisión final**

Título de la publicación	Autores - Año	Beneficio de los NFTs	Sectores de aplicación mencionados
A Blockchain Based Decentralized Computing and NFT Infrastructure for Game Networks	Muthe, K. B., Sharma, K., & Sri, K. E. N. (2020).	Creación de activos digitales con características únicas y sistemas descentralizados	Construcción de sistemas digitales descentralizados aplicados a la industria de juegos de video
A Study on the elements of business model innovation of non-fungible token blockchain game: based on PlayDapp/case, an in-game digital asset distribution platform	Choi, S. W., Lee, S. M., Koh, J. E., Kim, H. J., & Kim, J. S. (2021).	Brindar activos digitales únicos, independientes y descentralizados.	En la industria de los juegos de video como un elemento fundamental de un blockchain que permite ser un factor diferencial para las empresas del sector de los juegos de video u otro ámbito.
Barter machine: An autonomous, distributed barter exchange on the ethereum blockchain	Ozturan, C. (2020).	Capacidad de demostrar la transparencia y seguridad de las transacciones.	Respaldo de un sistema de permuta basado en Blockchain y contratos inteligentes.
Blockchain based car-sharing platform	Valaštin, V., Košťál, K., Bencek, R., & Kotuliak, I. (2019).	Representación de activos digitales dentro de un blockchain.	Sector automovilístico para la identificación de datos en bases de datos seguras y descentralizadas.
Blockchain based transaction system with fungible and non-fungible tokens for a community-based energy infrastructure	Karandikar, N., Chakravorty, A., & Rong, C. (2021).	Capacidad de brindar un identificador único a un activo.	Sector eléctrico Creación, transferencia, canjeo, devolución y lectura de activos
Decentralized cloud manufacturing-as-a-service (CMaaS) platform architecture with configurable digital assets	Hasan, M., & Starly, B. (2020).	Oportunidad de desarrollar procesos descentralizados	Desarrollo de sistemas de manufactura en la nube.
Fertile LAND: Pricing non-fungible tokens	Dowling, M. (2021).	Creación de activos digitales con características únicas y sistemas descentralizados	En el mercado de los activos digitales en forma de propiedad raíz en realidad virtual.
Is non-fungible token pricing driven by cryptocurrencies?	Dowling, M. (2021).	Capacidad de dotar de una identificación única e inclonable a los activos	Coleccionables y obras de arte, objetos en mundos virtuales y personajes digitalizados de deportes y otros juegos y transacciones de activos digitales basados en criptomonedas.
Leverage from Blockchain in Commodity Exchange: Asset-Backed Token with Ethereum Blockchain Network and Smart Contract	Heryadi, Y., & Trisetayrso, A. (2021).	Oportunidad de desarrollar procesos descentralizados	Inversión de activos respaldados en crypto-tokens o inversión de proyectos.

Non-fungible token (NFT): Overview, evaluation, opportunities and challenges	Wang, Q., Li, R., Wang, Q., & Chen, S. (2021).	Capacidad de brindar un identificador único a un activo.	Aplicación en el mercado a través del fortalecimiento de los activos digitales.
Non-Fungible Tokens: Blockchains, Scarcity, and Value	Chohan, U. W. (2021).	Capacidad de dotar de una identificación única e inclonable a los activos	Transacciones de activos digitales en todos en sistemas basados criptomonedas (Ethereum)
Potential use cases for non-fungible tokens in combination with physical art	Vinnari, M. (2021).	Capacidad de dotar de una identificación única e inclonable a los activos	Aplicación en el sector de la industria creativa brindando la capacidad de demostrar la autenticidad de las piezas.
Scavenger hunt: Utilization of blockchain and iot for a location-based game	Manzoor, A., Samarin, M., Mason, D., & Ylianttila, M. (2020).	Creación de activos digitales con características únicas y sistemas descentralizados	Aplicación de activos digitales como recompensa en la industria de los juegos de video.
Secure Combination of IoT and Blockchain by Physically Binding IoT Devices to Smart Non-fungible Tokens Using PUFs	Arcenegui, J., Arjona, R., Román, R., & Baturone, I. (2021).	Capacidad de dotar de una identificación única e inclonable a los activos.	Aplicación de los tokens no fungibles para la identificación de activos físicos que se conectan por medio del internet de las cosas.
Secure management of IoT devices based on blockchain non-fungible tokens and physical unclonable functions	Arcenegui, J., Arjona, R., & Baturone, I. (2020).	Articulación de dispositivos basados en el internet de las cosas.	Sistemas de seguridad de dispositivos basados en el internet de las cosas por medio de tokens no fungibles.
Smart Collectibles: Unlocking The Value of Non-Fungible Tokens (NFTs)	Fai, A. (2021).	Creación de activos digitales con características únicas y sistemas descentralizados	Transacciones de activos digitales en todos en sistemas basados criptomonedas (Ethereum)
The non-fungible token (NFT) market and its relationship with Bitcoin and Ethereum	Ante, L. (2021).	Capacidad de dotar de una identificación única e inclonable a los activos.	Coleccionables y obras de arte, objetos en mundos virtuales y personajes digitalizados de deportes y otros juegos y transacciones de activos digitales basados en criptomonedas.
Tracing manufacturing processes using blockchain-based token compositions	Westerkamp, M., Victor, F., & Küpper, A. (2020).	Capacidad de dotar de una identificación única e inclonable a los activos	En el sector de manufactura a través de la dotación de una identificación única y trazable a los activos.
Transactions Process in Advanced Applications on Ethereum Blockchain Network	Goyal, S., Sanjith, K., Sisodia, A., Suhaas, N. M., & Akram, S. (2020).	Capacidad de brindar un identificador único a un activo	Transacciones de activos digitales en sistemas basados criptomonedas (Ethereum)
Velink - A Blockchain-based Shared Mobility Platform for Private and Commercial	Pirker, D., Fischer, T., Witschnig, H., & Steger, C. (2021).	Capacidad de demostrar la transparencia y seguridad de las transacciones.	Transacciones en el ámbito automotriz para transporte público y privado en una App.

VGO, NFT, OMG! Commentary on continued developments in skins wagering	Abarbanel, B., & Macey, J. (2019).	Capacidad de dotar de una identificación única e inclonable a los activos	En la industria de los juegos de video como activos únicos en su tipo que adquieren valor de intercambio o colección a través de sus propias características.
---	--	--	--

A partir de los hallazgos encontrados en las 21 publicaciones revisadas se puede establecer un marco teórico sustentado en la revisión sistematizada; a partir de dicho proceso se muestran a continuación los siguientes fundamentos básicos a tener en cuenta para entender los Token no fungibles y a su vez se muestra un análisis de sus beneficios y sus diversas áreas de aplicación:

Fundamentos básicos para el estudio de los tokens no fungibles

A partir del proceso de revisión teórica sistematizada realizada se logra comprender en primera instancia que un token no fungible es un tipo de activo digital con características únicas e incontables el cual se basa en la tecnología del blockchain para comprobar y mantener su transparencia y credibilidad en transacciones realizadas en Ethereum en los estándares ERC721 y ERC1115 por medio de los llamados contratos inteligentes (Fai, 2021); que permiten el registro y acceso de la información realizada en cada transacción con este tipo de activo (Heryadi & Trisetyarso, 2021).

Dicha concepto clave es abordado por los diversos estudios realizados y se le da el enfoque con respecto a la característica de cada estudio y las aplicaciones que se le da a los Token no fungibles. Del mismo modo, se logran identificar los siguientes elementos clave a nivel conceptual cuya descripción es fundamental para comprender la variable objeto de estudio:

- Blockchain: Es una base de datos la cual se deposita en una serie de nodos servidores adjuntos los cuales se encuentran interconectados dentro de un sistema descentralizado, creando una cadena entre ellos para respaldar y proteger la información depositada en ellos con basamento en protocolos criptográficos.
- Ethereum: Plataforma digital basada en blockchain donde se realizan una serie de procesos dentro de los diversos estándares de tokens que en esta se manejan; como lo

pueden ser los tokens fungibles y no fungibles.

- Contrato inteligente: Los contratos inteligentes realizados en Ethereum son un tipo de contrato digital el cual se basa en la tecnología del blockchain; brindando a las partes del mismo la capacidad de realizar procesos y transacciones sin necesidad de un tercero de forma que se crea un sistema descentralizado.

Una vez comprendidos los elementos básicos que intervienen en los tokens no fungibles se presentan los estándares de programación en los cuales estos se basan:

- Estándar ERC721: Es un estándar de token el cual se caracteriza por ser único e inclonable; a diferencia del estándar ERC20 el cual se constituye con el fin de ser fungible y trabajar como una moneda. Este posee una variable `uint256` representada en el `tokenId`; dicho `Id` se puede dotar de ciertas características según sea la necesidad del creador de dicho registro de activo (Goyal et al., 2021).
- Estándar ERC1155: También llamado Multi Token Standard; es un estándar de carácter mixto entre el ERC20 y el ERC721; el cual se caracteriza en que cada `TokenID` puede tener la capacidad de ser fungible y no fungible de forma independiente de los demás tanto fungible en cada transacción o proceso (Wang et al., 2021)

Tomando ellos como referencia se presenta un cuadro comparativo entre los estándares fungibles y los estándares mencionados con anterioridad:

*Tabla 3: Comparativo entre estándares fungibles, no fungibles y mixtos*

Estándar fungible (Ej. ERC20)	Estándar ERC721	Estándar ERC721
Todos los activos son uniformes entre si. Se utiliza comúnmente para representar monedas.	Se caracteriza porque cada activo es único en su tipo. Se utiliza para representar un activo que busca ser único (propiedades o bienes)	Este se caracteriza por ser de carácter mixto. El mismo puede representar tanto a activos fungibles como monedas como a no fungibles que requieran una comprobación de sus características únicas.

Una vez comprendido los elementos básicos de los Token no fungibles, se muestra en el siguiente grafica el proceso que resume cómo funcionan las transacciones basadas en Nfts según los diversos aportes de los estudios revisados:

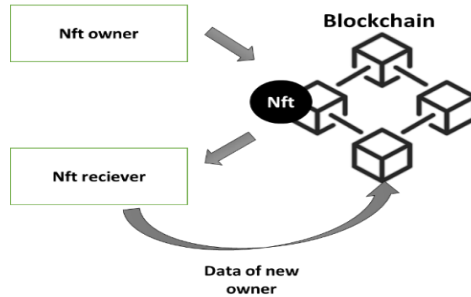


Fig. 5. Transacción de NFT

El proceso mostrado con anterioridad permite observar que todo comienza por el dueño (que puede ser el creador) del token no fungible, quien realiza el proceso de transacción de dicho activo por medio de la cadena de bloques (digitación, validación, etc.) para que dicho activo se transferido al receptor, quien a su vez deposita la información de la pertenencia de dicho activo hacia la cadena de bloques. Es importante recalcar que todo este proceso al realizarse por medio de contratos inteligentes no necesita de ningún tipo de intermediarios que realicen el proceso, ya que el mismo contrato se configura de manera que el mismo deposita la información y las características del proceso de forma automatizada dentro de la blockchain.

A su vez, dichas características que hacen parte de los procesos con los Nfts permiten develar una serie de beneficios que son a su vez mostrados por las investigaciones tomadas en cuenta para la revisión realizada. De esta forma los beneficios de los tokens no fungibles son los siguientes (Karandikar, Chakravorty & Ron, 2021; Wang et al., 2021; Choi et al., 2021):

- Verificabilidad: según la literatura revisada se logra determinar que una de las cualidades más destacadas es la verificabilidad de la información; que por medio de los sistemas basados en blockchain la información depositada en los contratos inteligentes puede ser rápidamente verificada, a su vez que se puede revisar la trazabilidad del activo.
- Originalidad: La originalidad se refiere a que los tokens no fungibles son únicos en

su tipo a nivel del registro que estos tienen dentro del contrato inteligente; de forma que el mismo es inclonable con base las características depositadas en la cadena de bloques.

- Descentralización: Los tokens no fungibles al basarse en sistemas de blockchain distribuidos en una serie de nodos de servidores permite ser totalmente descentralizado de un servicio de servidores tercerizado que pueda afectar los procesos realizados en la misma.
- Intercambiabilidad: El sistema de transacción de los Token no fungibles permite que los mismos sean transferibles de forma fácil para cualquier transacción que se realice con este tipo de activo.
- Adaptabilidad: Dicho sistema puede ser adaptable de forma práctica hacia diversos usos; como la relación con activos digitales únicos, identificadores de procesos o para dotar de una identificación a activos físicos conectados a sistemas digitales.
- No manipulable: Al depositarse la información de los tokens no fungibles en una cadena de bloques descentralizada, se logra crear una protección ante la manipulación de la información; pues cada nodo deposita la información suscrita en el contrato inteligente una vez dicho proceso inicia.

A su vez, dicho proceso de revisión permite develar la propuesta formulada por Wang, Li, Wang & Chen (2021) quienes realizaron un análisis desde la metodología STRIDE sobre la situación de los sistemas de tokens no fungibles tomando como referencia la vulnerabilidad frente a amenazas de seguridad:

Tabla 4: Análisis de vulnerabilidades STRIDE de los Nfts

AMENAZA	PROBLEMAS DETECTADOS
Spoofing - Autenticidad	Aprovechamiento de las vulnerabilidades del sistema y se podría probar la de clave del usuario y acceder al sistema.
Tampering - Integridad	La información fuera de la cadena de bloques si puede ser manipulada.
Repudio - No repudio	La información de hash data se puede adherir con la información de un atacante.



Information disclosure - Confidencialidad	La información del comprador o vendedor puede estar expuesta a posibles exploits.
Denial of service - Disponibilidad	El activo puede perder disponibilidad si el mismo se deposita fuera de la cadena de bloques.
Elevation of Privilege - Autorización	Los problemas del diseño del contrato inteligente pueden afectar negativamente la propiedades y beneficios de los tokens no fungibles.

Aplicaciones de los tokens no fungibles en los diversos sectores

### 3.3. Industria de los juegos de video

Dentro de la industria de los juegos de video se reporta que uno de los primeros estudios de índole científica referida a los tokens no fungibles se desarrolla por parte de Abarbanel, & Macey (2019) quienes hacen una revisión del comportamiento de los llamados VGO Skins como activos digitales. En este caso se hace alusión a como las empresas como Valve crearon en su momento un grupo de premios a los jugadores los cuales se basaban en blockchain para dotarles de características únicas; creando en un ecosistema parecido al de los juegos de azar dentro de dicha industria donde se les doto de un valor especial a algunos activos con base a sus características, accesibilidad y las mismas dinámicas de los consumidores.

Del mismo modo, casos como el de los juegos Scavenger Hunt muestran un sistema de recompensas después de haber culminado una serie de actividades propuestas por el juego las cuales se representan por medio de tokens no fungibles; todo ese sistema se integra por medio dispositivos basados en el IOT (internet of things) y una arquitectura híbrida entre los sistemas NoSQL de Amazon (DynamoDB), Amazon Web Services Lambda y el blockchain abierto de Hyperledger (Manzoor, Samarin, Mason & Ylianttila, 2020). Por otro lado, Muthe, Sharma & Sri (2020) presentan una infraestructura digital basada en blockchain; la cual busca ser descentralizada y no depender de terceros para que los desarrolladores de la industria de los juegos de video no deban depender de un tercero que puedan tener acceso a la información confidencial y las transacciones que desarrollan en dichas plataformas.

De esta forma, se considera que la implantación de sistemas de Tokens no fungibles basados en blockchain se convierten en un importante factor diferencial para las empresas del sector, a través del aprovechamiento de las diversas plataformas de Marketplace donde dichos Nfts sean un activo que

permita generar importantes ingresos a las desarrolladoras y así establecer modelos de negocios sostenibles (Choi, et al., 2021). Dicho proceso se basa entonces en la creación de un grupo activos como pueden ser los coleccionables que puedan adquirir diversos niveles de valor con base a sus características y las mismas dinámicas que establece el mercado con base al sistema de la escasez como punto focal.

Un ejemplo de esto es el de Decentraland (plataforma de realidad virtual basada en la cadena de bloques de Ethereum) en donde se han realizado una gran cantidad de transacciones de alta envergadura, las cuales van desde piezas de arte en el juego de video, coleccionables de los usuarios o las mismas casas y terrenos que se encuentran dentro del espacio de dicho mundo digital.

### 3.4. Sector automovilístico

La aplicación de los tokens no fungibles dentro del sector automovilístico se direcciona hacia el aprovechamiento de sistemas basados en blockchain, donde los activos se registran como Nfts por medio de contratos inteligentes, buscando de esta forma generar sistemas descentralizados de información (Valaštin, et al. 2019; Pirker, et al., 2021). Las funcionalidades de la aplicación de contratos inteligentes dentro del sector transporte efectivamente permiten desarrollar un proceso efectivo de tokenización de los activos, de forma que se mejore la trazabilidad y seguridad de la información y también se reduce la intermediación y se reducen los costos de dichos intermediarios.

### 3.5. Sector eléctrico

Dentro del sector eléctrico, muestran Karandikar, Chakravorty & Ron (2021) muestran la aplicación de activos digitales basados en tokens no fungibles para un sistema descentralizado para las transacciones de microgeneración de energía renovable. Dicho sistema se basa en un sistema de blockchain donde se da un proceso de tokenización de los diversos activos por medio de Hyperledger Fabric, a los cuales se les asigna un identificador e información única. Del mismo modo, se emplean tokens no fungibles para aquellos activos que representen solo valores. El modelo planteado por los autores dentro del sector eléctrico permite mostrar las oportunidades de potenciar y descentralizar las transacciones realizadas entre los diversos actores de los sistemas de generación y transacciones de microgeneración de energía renovable (Karandikar, Chakravorty & Ron, 2021).

### 3.6. Manufactura

Westerkamp, Victor & Küpper (2020) muestran el funcionamiento de una cadena de suministro la cual registra los procesos de manufactura como tokens recípicos, los cuales son el conjunto de bienes tokenizados que se requieren para minar un nuevo token o bien. Dentro de este sistema los productos se representan como tokens no fungibles que hace parte de una cadena de bloques, lo cual por medio de los contratos inteligentes permite tener mejor claridad y comprensión de los bienes que hacen parte del proceso de manufactura.

Por otro lado, la aplicación de un sistema descentralizado basado en el Contemporary Cloud Manufacturing-as-a-Service (servicio de manufactura en la nube contemporánea) permite demostrar la aplicabilidad de una arquitectura basada en blockchain que permite descentralizar los procesos de manufactura en la nube; logrando mejorar la transparencia, procedencia e integridad de la información permitiendo demostrar y mantener la posesión de la información por parte de los creadores a través de un contrato inteligente (Hasan & Starly, 2020).

### 3.7. Sistemas de seguridad

Dentro de los sistemas de seguridad, se destaca que la aplicación de los tokens no fungibles se direcciona hacia los dispositivos basados en el internet de las cosas (IOT) debido a que son estos aquellos se interconectan con la red y por medio del physical unclonable function (PUF) o funciones físicas inclonables. De esta forma, un sistema basado en Nfts permiten la construcción de infraestructuras de seguridad donde a través de dichos PUF se vinculan con un registro único e inclonable que hace parte de una cuenta de blockchain, de forma que se puede establecer un enlace entre el activo y su identificación que es rastreable durante toda la vida útil de dicho bien (Arcenegui, Arjona & Baturone, 2020; Arcenegui, et al., 2021).

### 3.8. Arte

Dentro del ámbito del arte, se pueden destacar que existen dos vertientes; la primera direccionada hacia el arte digitales en sus diversas presentaciones y la segunda hacia las obras físicas (Wang et al., 2021; Vinnari, 2021). En este sentido, se explica que en sí la obra de arte no es el Nfts pero la información contenida en este se registra en un contrato inteligente por medio de un token no fungible, permitiendo comprobar todas las características de

dicho activo como la autoría, la pertenencia o la cadena que este ha pasado entre diversos dueños (Wang et al., 2021).

La aplicación de los tokens no fungibles en el arte digital ha sido uno de los puntos más dialogados en la actualidad, debido a que esto trae una gran cantidad de beneficios al artista y al consumidor de este tipo de obras; pues este tipo de sistemas permiten proteger y ampliar cada vez más el alcance de la propiedad intelectual y también permite que por medio de diversas características del Nft que el artista pueda recibir un reconocimiento por cada vez que dicho activo sea intercambiado; abriendo las oportunidades a nuevos modelos de negocio para los artistas (Nadini et al., 2021). A su vez, existen estudios que proponen sistemas en donde se da una combinación de los sistemas de tokens no fungibles con códigos de respuesta rápida (QR) para lograr integrar dicha tecnología con el arte físico; de forma que se puedan gozar de los beneficios de los Nft como los son la verificación de autenticidad y de procedencia (Vinnari, 2021).

### 3.9. Sistemas financieros

La aplicación de los tokens no fungibles dentro de los sistemas financieros no dista de su aplicación en otros entornos pues básicamente implica la entrada de activos no fungibles dentro de los procesos de intercambio que se dan dentro de los sistemas basados en blockchain (Ante, 2021). De esta forma los Nfts son una alternativa de inversión, que si bien existe desde hace un par de años, no fue hasta hace mucho que mostró un importante crecimiento para así abrir la oportunidad tanto para los creadores de dichos activos como para aquellos que se dedican a su intercambio de crear un espacio propicio para la inversión a mediano y largo plazo (Chohan, 2021; Dowling, 2021a; Dowling, 2021b). Algunos de los ejemplos de los activos basados en tokens no fungibles con relevancia en la actualidad son los cryptokitties o los cryptopunks; sobre estos últimos se muestra la siguiente grafica con el crecimiento en ventas desde el enero 2021 hasta junio 2021:

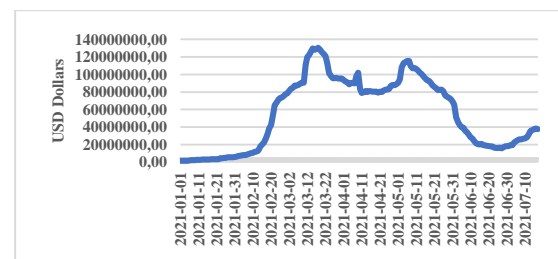


Fig. 6. Volumen de ventas de los Cryptopunks en dólares americanos

De esta forma, también se han ampliado y creado nuevas plataformas direccionadas hacia los procesos de intercambio de este tipo de activos, basándose en los beneficios de la transparencia y descentralización que hacen atractivo este tipo de activos para generar confianza en las partes que hacen parte de dichas transacciones (Ozturan, 2020).

Retos y oportunidades de los tokens no fungibles  
Una vez realizado el análisis de los elementos fundamentales y los sectores de aplicación de los tokens no fungibles se mencionan que estos ciertamente tienen una gran cantidad de oportunidades de crecimiento según su sector de aplicación. De esta forma, se logra visualizar que cada vez que el mercado de los tokens no fungibles esta tomando cada más relevancia para todos aquellos que buscan ofrecer y/o acceder a diversos sistemas que caractericen por estar descentralizados y que den un importante nivel de transparencia y protección de la información (Westerkamp, Victor & Küpper, 2020; Karandikar, Chakravorty & Rong, 2021).

A su vez, dentro del mercado de las transacciones digitales de índoles comercial en juegos de video, de arte digital o cualquier otro activo se ha dado un nivel de reconocimiento importante; empoderando a las diversas partes involucradas en sacar rédito de dichas transacciones (Goyal, et al., 2020; Choi et al., 2021). El crecimiento y la constante evolución del entorno digital hace que cada vez sea más plausible es darle un valor tangible a lo que ocurre dentro de espacios digitales como lo es la realidad virtual (Dowling, 2021). Los nuevos mercados se abren para todos aquellos que dentro del mundo digital encuentran un espacio para hacer vida tanto laboral como social.

No obstante, se debe reconocer que dichos tokens no fungibles poseen una serie de retos que deben ser superados para que se puedan mantener como el estándar de los activos no fungibles dentro del ámbito digital y físico:

- En primera instancia, se considera fundamental que dicho mercado a largo plazo demuestre ser duradero y confiable y no solo un boom mediático que trajo como resultado transacciones por grandes sumas de dinero.
- Es fundamental lograr que exista una consonancia del token no fungible con el valor del activo que este representa; de forma que este no sea solo un mercado especulativo basado en la escasez y el sentido de la urgencia.

- Seguidamente, se deben mejorar las diversas brechas mencionadas por varios de los autores citados en la revisión, de forma que se pueda generar una mayor confianza dentro de los diversos sectores de aplicación.

A su vez, es indispensable que el crecimiento de los nfts vaya de la mano con la implementación de activos basados en el IOT para que los beneficios de que puede traer la entrada de información por medio de contratos inteligentes en una cadena de bloques sean cada vez más cercanos a la cotidianidad de los seres humanos.

#### 4. CONCLUSIONES

Una realizado el proceso de análisis bibliométrico sobre la ecuación de búsqueda desarrollada en las bases de datos de WoS y Scopus y la revisión bibliográfica sistematizada a partir del proceso de filtraje e inclusión planteado se presentan las siguientes consideraciones finales:

En primera instancia, el proceso de análisis bibliométrico permite mostrar como se ha dado un importante crecimiento de las investigaciones desarrolladas en las bases de datos de alta envergadura sobre el token networks y la aplicación de la tecnología del blockchain en los diversos contextos. No obstante, se debe destacar que a su vez es una rama del conocimiento aun muy joven pues los primeros estudios registrados datan del año 2016 por lo cual no existen en la actualidad una elevada cantidad de estudios sobre la temática. Se espera según la revisión bibliométrica realizada que se siga dando un crecimiento de estudios empíricos relacionados. Dicho elemento constituye una limitación a nivel estadístico del estudio pues al no ser una base de datos de gran tamaño se limitan las posibles predicciones o procesamientos estadísticos más rigurosos.

Del mismo modo, se concluye que los estudios sobre este tipo de tecnologías se tienden a centrar en países como los estados Unidos, China o la India los cuales son reconocidos como líderes a nivel mundial en términos de innovación tecnológica; especialmente desde el punto de vista informático.

Seguidamente, la revisión sistematizada permitió establecer un proceso riguroso de filtraje e inclusión en donde se tomaron en consideración para la revisión final un total de 21 estudios; los cuales ciertamente podrían ser considerados un bajo número de investigaciones las cuales dificultarían la

elaboración de clústeres para un posterior análisis documental. De esta forma el análisis documental realizado se elabora en forma de revisión de los aspectos más relevantes y se analiza a partir de las cualidades y características presentadas en cada una de las investigaciones.

La revisión sistematizada realizada permite aclarar diversos conceptos alrededor de los tokens no fungibles como un activo digital que hace parte de un ecosistema financiero que cada vez evoluciona de forma más rápida, buscando la transparencia y la descentralización de los sistemas convencionales; tanto en términos financieros como en términos informáticos como los servidores. De esta forma, se concluye que este tipo de activo digital posee una importante variedad de aplicaciones en diversos sectores, pues su facultad radica en la capacidad de dotar de cualquier elemento de una serie de características ineludibles que puedan ser verificables y cuya procedencia pueda ser fácilmente rastreable. El aprovechamiento de la tecnología del blockchain abre las puertas a un sinnúmero de sistemas basados en elementos fungibles o no fungibles que permitan dotar de transparencia y control a cualquier proceso que un equipo de programación pueda localizar (Kakarlapudi, & Mahmoud, 2021).

En este punto, se considera que los tokens no fungibles no solo deben ser vistos como el nuevo activo digital disponible para realizar inversiones o establecer comercio, sino que puede ser aplicado a diversos sectores donde se pueda encontrar utilidad a sus facultades; pues en dichas facultades donde radica el verdadero motivo su actual reconocimiento y gran crecimiento en los últimos meses. En palabras resumidas se podría decir que el valor no radica en token no fungible si no en lo que este puede representar y como dicha representación puede ser rastreable y demostrable (Quirion, 2021).

Por otro lado, aunque las investigaciones relacionadas a los tokens no fungibles aun son escasas, se logra observar como cada vez más se siguen ampliando los estudios direccionados a los activos digitales que se apoyan en la tecnología del blockchain, sean estos fungibles y no fungibles, lo cual permite respaldar el crecimiento y afianzamiento de este tipo de activos como parte del desarrollo de la sociedad hacia los entornos digitales (Dowling, 2021). Los tokens no fungibles son entonces una gran oportunidad para seguir evolucionando y descentralizando los diversos procesos en el medio digital o también para aquellos que se desarrollan como híbridos entre en el entorno

virtual y físico; donde ciertamente, la entrada la tecnología de blockchain ha supuesto un importante cambio en la manera como los modelos de negocio son establecidos (Morkunas, Vaschen & Boon, 2019).

## 5. REFERENCIAS

- Abarbanel, B., & Macey, J. (2019). VGO, NFT, OMG! Commentary on continued developments in skins wagering. *Gaming Law Review*, 23(1), 23-25.
- Ante, L. (2021). The non-fungible token (NFT) market and its relationship with Bitcoin and Ethereum. Available at SSRN 3861106.
- Arcenegui, J., Arjona, R., & Baturone, I. (2020). Secure management of IoT devices based on blockchain non-fungible tokens and physical unclonable functions. In *International Conference on Applied Cryptography and Network Security* (pp. 24-40). Springer, Cham.
- Arcenegui, J., Arjona, R., Román, R., & Baturone, I. (2021). Secure Combination of IoT and Blockchain by Physically Binding IoT Devices to Smart Non-Fungible Tokens Using PUFs. *Sensors*, 21(9), 3119.
- Chohan, U. W. (2021). Non-Fungible Tokens: Blockchains, Scarcity, and Value. *Critical Blockchain Research Initiative (CBRI) Working Papers*.
- Choi, S. W., Lee, S. M., Koh, J. E., Kim, H. J., & Kim, J. S. (2021). A Study on the elements of business model innovation of non-fungible token blockchain game: based on PlayDapp case, an in-game digital asset distribution platform. *Journal of Korea Game Society*, 21(2), 123-138.
- Dowling, M. (2021a). Fertile LAND: Pricing non-fungible tokens. *Finance Research Letters*, 102096.
- Dowling, M. (2021b). Is non-fungible token pricing driven by cryptocurrencies?. *Finance Research Letters*, 102097.
- Fai, A. (2021). Smart Collectibles: Unlocking The Value of Non-Fungible Tokens (NFTs).
- Goyal, S., Sanjith, K., Sisodia, A., Suhaas, N. M., & Akram, S. (2020). Transactions Process in Advanced Applications on Ethereum Blockchain Network. In *2020 International Conference on Recent Trends on Electronics, Information, Communication & Technology (RTEICT)* (pp. 275-281). IEEE.
- Hasan, M., & Starly, B. (2020). Decentralized cloud manufacturing-as-a-service (CMaaS)

- platform architecture with configurable digital assets. *Journal of Manufacturing Systems*, 56, 157-174.
- Heryadi, Y., & Trisetarso, A. (2021). Leverage from Blockchain in Commodity Exchange: Asset-Backed Token with Ethereum Blockchain Network and Smart Contract. In *Smart Trends in Computing and Communications: Proceedings of SmartCom 2020* (pp. 301-309). Springer, Singapore.
- Karandikar, N., Chakravorty, A., & Rong, C. (2021). Blockchain Based Transaction System with Fungible and Non-Fungible Tokens for a Community-Based Energy Infrastructure. *Sensors*, 21(11), 3822.
- Manzoor, A., Samarin, M., Mason, D., & Ylianttila, M. (2020). Scavenger Hunt: Utilization of Blockchain and IoT for a location-based Game. *IEEE Access*, 8, 204863-204879.
- Muthe, K. B., Sharma, K., & Sri, K. E. N. (2020). A Blockchain Based Decentralized Computing And NFT Infrastructure For Game Networks. In *2020 Second International Conference on Blockchain Computing and Applications (BCCA)* (pp. 73-77). IEEE.
- Ozturan, C. (2020). Barter Machine: An Autonomous, Distributed Barter Exchange on the Ethereum Blockchain. *Ledger*, 5.
- Pirker, D., Fischer, T., Witschnig, H., & Steger, C. (2021). velink-A Blockchain-based Shared Mobility Platform for Private and Commercial Vehicles utilizing ERC-721 Tokens. In *2021 IEEE 5th International Conference on Cryptography, Security and Privacy (CSP)* (pp. 62-67). IEEE.
- Valaštin, V., Košťál, K., Bencel, R., & Kotuliak, I. (2019, September). Blockchain based car-sharing platform. In *2019 International Symposium ELMAR* (pp. 5-8). IEEE.
- Vinnari, M. (2021). Potential use cases for non-fungible tokens in combination with physical art.
- Wang, Q., Li, R., Wang, Q., & Chen, S. (2021). Non-fungible token (NFT): Overview, evaluation, opportunities and challenges. *arXiv preprint arXiv:2105.07447*.
- Westerkamp, M., Victor, F., & Küpper, A. (2020). Tracing manufacturing processes using blockchain-based token compositions. *Digital Communications and Networks*, 6(2), 167-176.
- Tapscott, D., & Tapscott, A. (2016). The impact of the blockchain goes beyond financial services. *Harvard business review*, 10(7).
- Seebacher, S., & Schüritz, R. (2017, May). Blockchain technology as an enabler of service systems: A structured literature review. In *International Conference on Exploring Services Science* (pp. 12-23). Springer, Cham.
- Pessler, A. (2021). NFT 2.0: blockchains, mercado fonográfico e distribuição direta de direitos autorais. *Revista Rede de Direito Digital, Intelectual & Sociedade*, 1(1), 255-294.
- Goel, S., & Mittal, H. (2020). Economic, legal and financial perspectives on cryptocurrencies: a review on cryptocurrency growth, opportunities and future prospects. *World Review of Entrepreneurship, Management and Sustainable Development*, 16(6), 611-623.
- Vassallo, D., Vella, V., & Ellul, J. (2021). Application of gradient boosting algorithms for anti-money laundering in cryptocurrencies. *SN Computer Science*, 2(3), 1-15.
- Zhou, Q., Huang, H., Zheng, Z., & Bian, J. (2020). Solutions to scalability of blockchain: A survey. *IEEE Access*, 8, 16440-16455.
- Kher, R., Terjesen, S., & Liu, C. (2021). Blockchain, Bitcoin, and ICOs: a review and research agenda. *Small Business Economics*, 56(4), 1699-1720.
- Bodkhe, U., Tanwar, S., Parekh, K., Khanpara, P., Tyagi, S., Kumar, N., & Alazab, M. (2020). Blockchain for industry 4.0: A comprehensive review. *IEEE Access*, 8, 79764-79800.
- Fairfield, J. (2021). Tokenized: The Law of Non-Fungible Tokens and Unique Digital Property. *Indiana Law Journal*, Forthcoming.
- Vermibus, V. (2021). Arte urbano, como token no fungible, y patrimonio cultural. *PH: Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, 29(103), 184-186.
- Franceschet, M., Colavizza, G., Finucane, B., Ostachowski, M. L., Scalet, S., Perkins, J., ... & Hernández, S. (2020). Crypto art: A decentralized view. *Leonardo*, 1-8.
- Kupferman, D. W. (2021). Educational Futures and Postdigital Science. *Postdigital Science and Education*, 1-8.
- Baur, D. G., Hong, K., & Lee, A. D. (2018). Bitcoin: Medium of exchange or speculative assets?. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 54, 177-189.
- Baur, D. G., Hong, K., & Lee, A. D. (2018). Bitcoin: Medium of exchange or speculative assets?. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 54, 177-189.

- Nonfungible. (2021). <https://nonfungible.com/market/history/cryptopunks>
- Serada, A., Sihvonen, T., & Harviainen, J. T. (2021). CryptoKitties and the new ludic economy: how blockchain introduces value, ownership, and scarcity in digital gaming. *Games and Culture*, 16(4), 457-480.
- Vanherpe, J., & Janssens, M. C. (2021). Non-Fungible Tokens and Copyright: crypto-buyer beware....
- Rae, M. (2021). *Analyzing the NFT Mania: Is a JPG Worth Millions?*. SAGE Publications: SAGE Business Cases Originals.
- Crow, K., & Ostroff, C. (2021). Beeple NFT fetches record-breaking \$69 million in Christie's sale. *Wall Street Journal*.
- Raman, R., & Raj, B. E. (2021). The World of NFTs (Non-Fungible Tokens): The Future of Blockchain and Asset Ownership. In *Enabling Blockchain Technology for Secure Networking and Communications* (pp. 89-108). IGI Global.
- Díaz-Jiménez, R. M., Yerga-Míguez, M. D., & Serrato-Calero, M. D. L. M. (2021). Mediación, discapacidad y Trabajo Social: una revisión sistematizada.
- George Reyes, C. E., & Avello-Martínez, R. (2021). Alfabetización digital en la educación. Revisión sistemática de la producción científica en SCOPUS.
- Kakarlapudi, P. V., & Mahmoud, Q. H. (2021, February). A Systematic Review of Blockchain for Consent Management. In *Healthcare* (Vol. 9, No. 2, p. 137). Multidisciplinary Digital Publishing Institute.
- Nadini, M., Alessandretti, L., Di Giacinto, F., Martino, M., Aiello, L. M., & Baronchelli, A. (2021). Mapping the NFT revolution: market trends, trade networks and visual features. arXiv preprint arXiv:2106.00647.
- Quirion, A. (2021). What Is an NFT and Why Should Archivists Pay Attention?. *archeota*, 11.
- Morkunas, V. J., Paschen, J., & Boon, E. (2019). How blockchain technologies impact your business model. *Business Horizons*, 62(3), 295-306.
- Larvalabs. (2021). Cryptopunks 9023. <https://www.larvalabs.com/cryptopunks/details/9023>
- Shahnaz, A., Qamar, U., & Khalid, A. (2019). Using blockchain for electronic health records. *IEEE Access*, 7, 147782-147795.
- Shirole, M., Darisi, M., & Bhirud, S. (2020). Cryptocurrency Token: An Overview. *IC-BCT 2019*, 133-140.