

A thick, dark gray vertical bar runs along the left edge of the page, extending from the top to the bottom.

Aplicaciones de tecnologías basadas en Blockchain al sector agropecuario y financiero

PROGRAMA DE FORMACIÓN RCD 2021

TUTOR: DARIO BIOLATTO

AUTOR: AGUSTIN GONZÁLEZ DEREGBUS

Abstract

La tecnología de cadena de bloques, o Blockchain, está ganando una adopción cada vez mayor en diversos sectores como una solución para problemáticas que de otro modo serían altamente costosas o imposibles de resolver. En el ámbito de los agronegocios, gracias a sus características de descentralización, inmutabilidad y transparencia, las aplicaciones de Blockchain se utilizan para reducir costos y tiempos de transacción, garantizar la privacidad y seguridad en las operaciones, y asegurar la trazabilidad del origen de los productos agrícolas en la cadena de suministro global. Esta tecnología permite detectar la fuente de contaminación en lotes con productos contaminados y proporciona información en tiempo real sobre el origen y estado de cualquier lote mediante el simple escaneo de un código QR.

El creciente interés en Blockchain dentro de la agricultura requiere un análisis sistemático del estado de desarrollo de esta tecnología y sus aplicaciones a nivel global. Para ello, se analizan los principales estudios extraídos de bases de datos científicas recientes, procesando los datos de forma cualitativa y cuantitativa. Este análisis tiene como objetivo informar sobre las perspectivas de implementación y avance de esta tecnología a nivel local, regional y global para la próxima década (2022-2032).

El eje de este análisis se centra en la reducción de los costos de transacción en el sector agropecuario a escala global, la utilidad de la aplicación de esta tecnología en los agronegocios para combatir el cambio climático, y el impacto de una "Agricultura Data Driven" en la maximización de los beneficios para la empresa agrícola.

TABLA DE CONTENIDO

APLICACIONES DE TECNOLOGÍAS BASADAS EN BLOCKCHAIN AL SECTOR AGROPECUARIO Y FINANCIERO **¡Error!**
Marcador no definido.

1.	3
2.	4
2.1.	4
2.2.	5
2.3.	6
3.	6
3.1.	6
3.2.	7
3.3.	8
3.4.	10
4.	10
4.1.	11
a.	11
b.	11
c.	¡Error! Marcador no definido.
d.	11
e.	11
4.2.	12
a.	12
b.	12
4.3.	12
a.	12
b.	12
c.	12
4.4.	Tokenización de Silobolsas
5.	15
5.1.	15
5.1.1.	¡Error! Marcador no definido.
5.1.2.	¡Error! Marcador no definido.
5.2.	16
5.2.1.	¡Error! Marcador no definido.
5.2.2.	¡Error! Marcador no definido.
5.2.2.1.	¡Error! Marcador no definido.
5.2.2.2.	¡Error! Marcador no definido.
5.2.2.3.	¡Error! Marcador no definido.
5.2.2.4.	¡Error! Marcador no definido.
5.3.	18
6.	19

1. Introducción

La tecnología de cadena de bloques, o Blockchain, se basa en la existencia de una base de datos pública que se actualiza y comparte en tiempo real y de manera continua en numerosas computadoras de una red. A diferencia de los protocolos tecnológicos tradicionales, donde los datos se almacenan en servidores centrales, Blockchain se caracteriza por su naturaleza descentralizada, lo que impide que cualquier entidad modifique la red sin el consenso de los demás participantes.

El término "bloques" se refiere a los datos y al estado que se almacenan en grupos consecutivos conocidos como "bloques". Cuando un usuario envía una criptomoneda, como ETH, a otro, los datos de la transacción se añaden a un bloque para ser validados. "Cadena" hace referencia al hecho de que cada bloque está criptográficamente vinculado a su "bloque padre", creando una cadena inmutable. Esta estructura asegura que los datos de un bloque no puedan ser modificados sin alterar todos los bloques posteriores, lo cual requeriría el consenso de toda la red.

Las aplicaciones de Blockchain tienen un potencial considerable para transformar de manera disruptiva la forma en que se transaccionan y desarrollan negocios, reduciendo sustancialmente los costos de transacción en diversos sectores. Este ahorro se debe a la eliminación de intermediarios y a la disponibilidad de mayor información, lo que hace que las transacciones sean más seguras, transparentes y rápidas.

El herramental institucional que trae aparejado consigo la tecnología *Blockchain* permite sortear con facilidad la incertidumbre en ausencia de una contrapartida central, dado que ésta da solución a problemas normalmente acarreados por la falta de confianza entre partes desconocidas que, en búsqueda de satisfacer intereses personales, deben acordar, pagar/cobrar, y cumplir con lo acordado -sin tener asegurado el efectivo cumplimiento por parte de la contraparte-. Nos encontramos en medio de un *trade off* entre transaccionar a ciegas y asumir el costo de la incertidumbre, o poder transaccionar solamente con contrapartes de confianza... y la necesidad de incorporar una contraparte central que incremente los costos de transacción, haciendo inconvenientes muchas transacciones por una simple cuestión de costos.

Suponiendo que no existe un intermediario que asegure el cumplimiento de las partes a cambio de un porcentaje de la transacción, serían imposibles de otro modo transacciones que gracias a esta tecnología son realizables. Ya no se necesita confiar en la contraparte... Ni siquiera hace falta saber quién está del otro lado, con sólo confiar en el protocolo y entender cómo funcionan los mecanismos que regulan la red, es más que suficiente.

Más allá de todas estas virtudes, la aplicación de *Blockchain* a casos de uso de la vida diaria y en la economía real no deja de encontrar obstáculos que hacen replantearnos si realmente la adopción de estos nuevos protocolos se extenderá más allá de un selecto grupo de entendidos y desarrolladores. Las principales limitantes actuales son, entre otros, la elevada necesidad de información que el manejo de estos mecanismos requiere, el elevado costo en términos de tiempo de adaptación y consumo energético que su aplicación implica, barreras tecnológicas y culturales, conflictos de intereses que se materializan en asimetrías informativas causadas por

economías de escala, incertidumbre respecto al marco regulatorio impuesto por las autoridades, etc.

Si bien la aplicación práctica más popular de estas incipientes tecnologías se mueve alrededor de las criptomonedas, que intentan emular las funciones del dinero fiduciario tradicional, blockchain se encuentra en constante desarrollo y hoy se pueden encontrar proyectos en todo tipo de sectores como lo son el agropecuario, la logística, la tecnología de la información, la industria, entre otros.

2. Blockchain

2.1. Conceptos fundamentales de la tecnología Blockchain

La tecnología Blockchain actúa como una base de datos descentralizada, donde cada computadora (o nodo) de la red debe alcanzar un consenso sobre cada nuevo bloque y la cadena en su totalidad. Los nodos aseguran que todos los participantes que interactúan con la cadena de bloques posean los mismos datos. Para lograr este consenso distribuido, las cadenas de bloques emplean un mecanismo de consenso.

Ethereum, por ejemplo, utiliza actualmente un mecanismo de consenso de prueba de trabajo (Proof of Work, PoW). Esto implica que cualquier participante que desee añadir nuevos bloques a la cadena debe resolver un "rompecabezas criptográfico" que requiere una considerable potencia computacional. La resolución de este rompecabezas "prueba" que un nodo ha realizado el "trabajo" utilizando recursos computacionales. Este proceso es conocido como minería. La minería generalmente consiste en un proceso continuo de prueba y error de fuerza bruta, y al añadir con éxito un bloque, se recompensa al minero con ETH (en el caso de la red de Ethereum, aunque cada blockchain recompensa la prueba de trabajo con una moneda o activo diferente).

Los nuevos bloques se transmiten a los nodos de la red, se verifican y, de ser válidos, se agregan al estado de la cadena de bloques accesible para todos. Esto asegura que todos puedan ver el estado de la red en cualquier momento dado, garantizando la transparencia de todas las transacciones.

Cada transacción conecta dos cuentas de la red, identificadas por una dirección codificada. La identidad de los propietarios de estas direcciones permanece anónima, y aquí es donde entra en juego la criptografía: el sistema de codificación de direcciones se basa en criptografía asimétrica, que requiere dos claves para cualquier operación: una clave privada y una clave pública. Las claves públicas se utilizan para verificar una transacción después de haber sido solicitada, mientras que las claves privadas se utilizan para descriptar el mensaje o la transacción, manteniendo la autenticidad de la transacción y mitigando el riesgo de pérdida de seguridad.

En otras palabras, la clave pública permite recibir fondos, y la clave privada confirma la propiedad de estos fondos. Si se pierde la clave privada, no hay forma de recuperarla, y si se hace pública, cualquiera podría realizar transacciones no reversibles.

En términos prácticos, dos usuarios comunes operarían de la siguiente manera:

1. El remitente recibe una clave pública del destinatario.
2. El remitente utiliza esta clave para encriptar la información.
3. El remitente envía la información encriptada al destinatario.
4. El destinatario utiliza su clave privada para descriptar la información.

Cuando se envía ETH u otro criptoactivo, la transacción debe ser incluida en un nuevo bloque, el cual se comparte y verifica en toda la red.

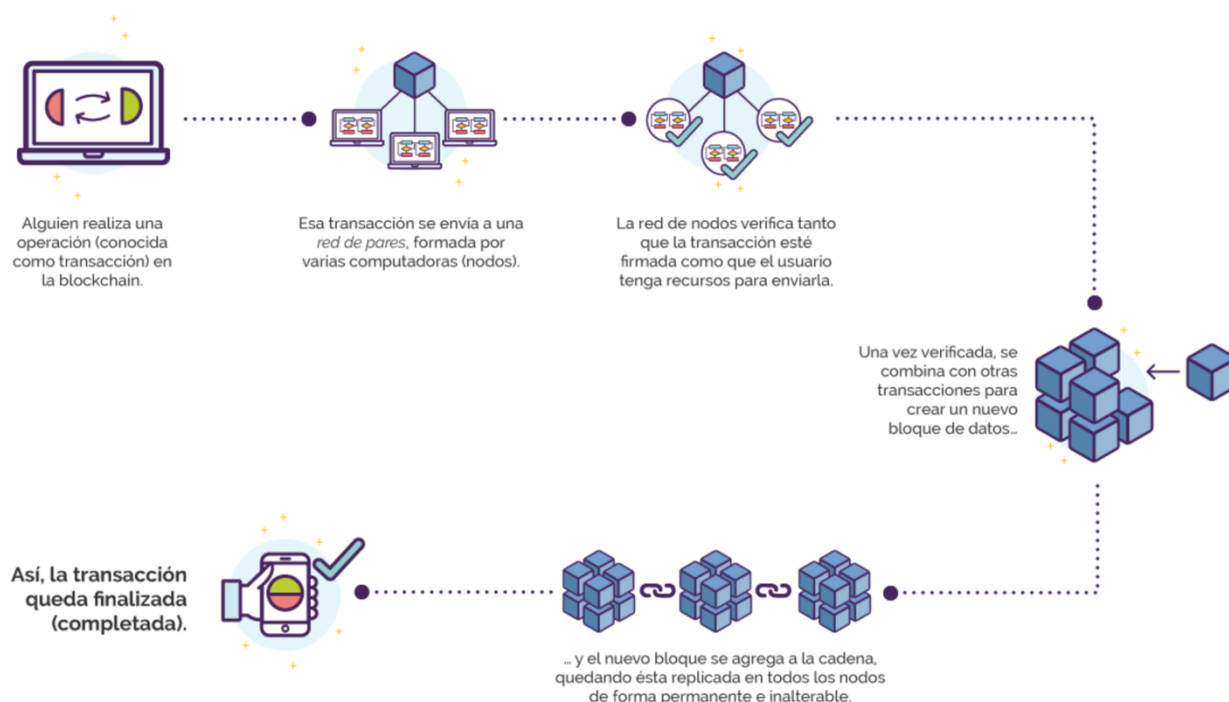


Ilustración 1: Etapas de una transacción en Blockchain. Fuente: Blockchain Federal Argentina.

2.2. Marco teórico - costos de transacción

Detrás de los beneficios de cualquier aplicación de blockchain se encuentra una mejora en la eficiencia asignativa de los recursos. Al eliminar al intermediario/garante, no solo se eliminan los costos de transacción asociados, sino que también se incrementan los excedentes del consumidor y del productor, los cuales previamente se veían reducidos por las distorsiones de precios causadas por el intermediario.

Las aplicaciones basadas en blockchain eliminan los costos de transacción, posibilitando transacciones que de otro modo serían increíblemente costosas en términos de tiempo y recursos, al facilitar el emparejamiento en tiempo real de oferentes y demandantes, maximizando así los beneficios de ambas partes. Esto es aplicable a cualquier mercado donde se intercambien bienes o servicios por dinero. Ejemplos incluyen el mercado de microcréditos, seguros, envío de remesas, alquiler de inmuebles, vehículos, maquinaria y tierras.

La reducción de los costos de transacción es posible gracias a la descentralización, que es la principal diferencia tecnológica con los protocolos y aplicaciones tradicionales de la web 2.0.

2.3. Beneficios y desventajas de aplicar tecnologías basadas en Blockchain

La descentralización ofrece dos ventajas principales de la tecnología blockchain: transparencia y trazabilidad.

- **Transparencia:** Cualquier transacción ingresada en la red se representa en un bloque y se transmite a todos los nodos. Tras ser validada, se agrega al final de la cadena de bloques, creando un registro indeleble y transparente visible para el público.
- **Trazabilidad:** La naturaleza de la tecnología permite visualizar el historial de bloques agregados y todas las transacciones emitidas desde y hacia cada dirección, sin revelar la identidad de los propietarios de las direcciones.

Por otra parte, también resulta vital recalcar otras características, como lo son:

- **Anonimidad:** Si bien todas las transacciones y montos son visibles al público, ninguna dirección está asociada a datos personales, lo que puede ser tanto una ventaja como una desventaja.
- **Ineficiencia productiva:** muchos protocolos descentralizados utilizan métodos de consenso que requieren gran capacidad de procesamiento, lo que puede resultar ineficiente.
- **Burocracia:** La aplicación de blockchain en la comercialización de bienes y servicios físicos enfrenta barreras debido a la necesidad de fiscalización por autoridades competentes. En el envío y recepción de fondos, aunque se evita la burocracia estatal, la rastreabilidad de fondos a una billetera anónima puede facilitar el lavado de activos.

3. Smart Contracts

3.1. Qué son y cómo funcionan

Un *Smart Contract* es simplemente un algoritmo que actúa como un acuerdo digital de ejecución automática y permite a dos o más partes intercambiar fondos, propiedades, acciones o cualquier cosa de valor de una manera transparente y libre de conflictos, evitando al mismo tiempo la necesidad de un tercero que medie y arbitre la relación. Se lo llama Contrato Inteligente porque hace las veces de un contrato, el cual cuando se cumplen ciertas condiciones, ejecuta una orden que le es pre-cargada. Por ende, podríamos decir que los *Smart Contracts* funcionan como cuentas en la red de *Ethereum*: tienen un balance, una dirección y pueden enviar transacciones a la red.

Los *Smart Contracts* son controlados por usuarios y no se los puede modificar una vez que hayan sido cargados a la red. Los usuarios solo pueden interactuar de forma irreversible con ellos, haciendo que, al cumplirse determinadas condiciones, ejecuten la función para la cual fueron programados. Cuando todas las partes involucradas en el contrato inteligente aceptan sus términos, el programa se ejecuta automáticamente. Esto elimina la necesidad de un tercero, ya que el contrato es verificado y aplicado por la propia blockchain de Ethereum.

Podríamos concluir, entonces, que los contratos inteligentes definen las reglas y sanciones en torno a un acuerdo de la misma manera que lo hace un contrato tradicional, y también hacen cumplir automáticamente esas obligaciones. Y dado que se ejecutan por código en lugar de por personas, eliminan la posibilidad de error humano y pueden automatizar muchas tareas que tradicionalmente requerirían interacción humana.

- **Algunos casos:**

Un *Smart Contract* que actúe como seguro contra granizo para productores agropecuarios y esté conectado a fuentes meteorológicas. De este modo, el asegurador recibe en su cuenta de Ethereum el pago de la prima al finalizar un período en caso de no haber sucedido ningún evento adverso, mientras que en caso de granizo en el área por el cual fue contratado el seguro, el Smart Contract lo detecte en tiempo real, e inmediatamente deposite en la cuenta del beneficiario el monto asegurado. Sin contratiempos, ni peritos, ni burocracias ni esperas.

Otro ejemplo que se hace posible gracias a esta tecnología es poder pactar la locación de bienes muebles e inmuebles estableciendo sus condiciones de uso, términos y plazos de manera clara y de cumplimiento efectivo e inmediato. Por ejemplo, un servicio de alquiler de bicicletas/scooters/auto completamente autónomo que cobre a sus usuarios siguiendo diferentes reglas que garanticen al locador la maximización de su beneficio y al locatario una maximización en la eficiencia asignativa ya que se le permitiría gastar exactamente lo que quisiera en función de la necesidad de uso del servicio que tenga. Por ejemplo:

Un servicio de alquiler de autos eléctricos compactos que cobre \$0,0016/segundo, o \$0,20/km, ajustables por condiciones climáticas y demanda, lo que ocurra primero en favor del locador. De este modo, el locatario sabrá que 10 minutos o 5 km costarán lo mismo, lo que dará claras señales de precio y hará que el conductor pueda elegir sobre cuánto, cuándo y cómo usar el servicio. Por otro lado, gracias a esta tecnología, el locador podría recibir pagos segundo a segundo a medida que el bien en cuestión es utilizado en tiempo real.

Poder cobrar por el alquiler de bienes en tiempo real, segundo a segundo, o minuto a minuto, hacen, no solo que se genere información útil para la toma de decisiones de consumo e inversión de la economía en su conjunto, sino también que los costos de transaccionar disminuyan a tal punto que muchas transacciones disminuyan sus costos y aun sean convenientes para ambas partes.

3.2. DAPPs

Una aplicación descentralizada (dapp), como su denominación lo indica, se trata de una aplicación basada en una red descentralizada; la cual combina un contrato inteligente y una interfaz de usuario frontend. En *Ethereum*, los contratos inteligentes son accesibles y transparentes, al igual que las API abiertas, por lo que su dapp puede incluso incluir un contrato inteligente que otra persona haya escrito.

Un dapp tiene su código backend ejecutándose en una red descentralizada punto a punto. Contraste esto con una aplicación en la que el código backend se ejecuta en servidores centralizados.

Un dapp puede tener código frontend e interfaces de usuario escritas en cualquier idioma (al igual que una aplicación) para hacer llamadas a su backend.

- **Aplicación a Elecciones / Gobierno:**

Es extremadamente difícil que nuestro sistema de votación sea violado, pero, sin embargo, los contratos inteligentes disiparían todas las preocupaciones al proporcionar un sistema infinitamente más seguro y exponencialmente más económico.

Un sistema de votación basado en blockchain aseguraría que cada persona inscrita al padrón electoral tenga una dirección privada que solo él mismo conozca y que pueda emitir solo un voto que no sea modificable.

Sería algo así como entregarle a cada persona un *token* único e irrepetible para que vote.

Los contratos inteligentes y un sistema de votación basado en *blockchain* podría aumentar la baja participación electoral. Gran parte del ausentismo electoral tiene que ver con tener que desplazarse, hacer filas, demostrar identidad y completar formularios.

Con contratos inteligentes, los voluntarios pueden transmitir el voto en línea y las nuevas generaciones tendrían una mayor participación en el proceso electoral.

Esta es una aplicación muy interesante ya que permitiría la transparencia de forma unidireccional: cada votante conocería su clave identificatoria pero no la del resto. El total de los votos sería público y visible a todos... pero nadie sabría quién está detrás de cada una de las direcciones únicas que emitieron cada uno de esos votos. Por lo que cada individuo podría ver su dirección (que solo él conoce) y su voto para asegurarse de que existe y haya sido contado, pero nadie sabría a quien voto ni él sabría a quién votó el resto.

- **Experiencias recientes:**

Para las elecciones presidenciales de USA de 2020, el estado de Utah (UT) logró con éxito obtener votos de los votantes ausentes o imposibilitados físicamente de ir a votar a través de una aplicación móvil basada en *blockchain* llamada Voatz.

La identidad del votante se mantiene oculta detrás de una firma/valor de hash único, y los datos relevantes también permanecen seguros dentro de la cadena de bloques libres de amenazas externas, de forma in- manipulable e irreversible.

3.3. Tokenización de activos tangibles y fungibles / NFTS

Para entender el concepto de los NFT, primero tenemos que saber y entender que en nuestro sistema jurídico, existen bienes fungibles y bienes no fungibles (establecidos por Código Civil y Comercial de la Nación en su artículo 232).

Los bienes fungibles son los que pueden intercambiarse, teniendo un valor en función de su número, medida o peso. Y los bienes no fungibles son los que no son sustituibles. Un ejemplo de bienes fungibles es el dinero. Si tenemos un billete de 1000 pesos, este es un bien fungible, ya que lo podemos intercambiar sin problemas por otro billete de 1000 pesos, no pierde valor y cumple sus funciones de la misma manera y se consume cuando lo utilizamos.

En contraposición, un ejemplo de bien no fungible sería una obra de arte. Si tenemos un cuadro en casa, este no se consume al utilizarse y tampoco puede ser sustituido por otro cuadro. Una obra de arte no es equivalente a otra, y por lo tanto, no se pueden simplemente intercambiar como pasa con un billete de 1000 pesos.

Habiendo aclarado esto, las siglas de NFT significan *Non-Fungible Token*, o token no fungible. Los tokens son unidades de valor que se le asignan a un modelo de negocio, como por ejemplo el de las criptomonedas. Los NFT tienen una relación estrecha con las criptomonedas, por lo menos tecnológicamente, aunque son opuestos, ya que un Bitcoin es un bien fungible, y un NFT es un bien no fungible, pero en esencia, son como las dos caras de una moneda tecnológica (cabe destacar que existen cientos de criptomonedas con funcionamientos y proyectos subyacentes de lo más diverso, por lo cual esto es solo una generalización).

Podemos pensar en las criptomonedas como una reserva de valor, algo parecido al oro. Se puede comprar y vender oro, y cuando el número de compradores aumenta el precio sube, para bajar cuando este número de compradores disminuye. Es un comportamiento igual al de las criptomonedas, se rige por oferta y demanda en un libro de órdenes.

Pero el oro al final es oro, y se puede cambiar una pepita por otra sin problema. Sin embargo, hay otros bienes hechos en oro que tienen también un valor, pero son únicos, y ese hecho marca

la diferencia y les da otro tipo de valor. Al igual que ese valor hecho con oro o una obra de arte, los NFT son activos únicos que no se pueden modificar ni intercambiar por otro que tenga el mismo valor, ya que no hay dos NFT que sean equivalentes igual que no hay dos cuadros que lo sean. Por lo tanto, podemos pensar en un NFT como una gran obra de arte: Si la queremos, solo podríamos comprar la original en el caso de que estuviera a la venta. También podrías hacernos de una copia, pero tendría otro valor, ya que no sería la original.

Eso exactamente es lo que hace el NFT, pero de forma digital.

Para entenderlo mejor, un NFT sería como una obra de arte única, por ejemplo, El David de Miguel Ángel, solo hay uno y está en la Galería de la Academia de Florencia; si alguien quisiese tener ese David en concreto, debería comprarlo (si estuviese a la venta) o hacerse con una copia, en cuyo caso, ya no estaríamos hablando del original, que es lo que dota de valor a la escultura.

Por eso mismo, los NFT suelen estar adjuntos a algunas obras o ilustraciones digitales. Su precio, es realmente el que el mercado le asigne y ahora que están en un pico de popularidad, podemos encontrar subastas de 260.000 euros por el dibujo de una piedra adjunto a un NFT.

Los NFT funcionan a través de la tecnología *blockchain* o de cadena de bloques. Es la misma tecnología de las criptomonedas, que funcionan mediante una red de ordenadores descentralizada, con bloques o nodos enlazados y asegurados usando criptografía. Cada bloque enlaza a un bloque previo, así como a una fecha y datos de transacciones, y por diseño son resistentes a la modificación de datos.

A los NFT, se les asigna una especie de certificado digital de autenticidad, una serie de metadatos que no es posible modificar. En estos metadatos se garantiza su autenticidad, se registra el valor de partida y todas las adquisiciones o transacciones que se hayan hecho, y también a su autor.

Esto quiere decir que si compramos un contenido digital tokenizado con NFT, en todo momento siempre habrá constancia del primer valor que tenía, y de por cuánto lo has comprado. Es como cuando se compra un cuadro y se lleva un registro de por dónde se mueve y todas las transacciones posteriores.

Por lo general, la mayoría de "*tokens*" o NFT suelen estar basados en los estándares de la red Ethereum y de su *blockchain*.

Gracias a que utilizan una tecnología conocida y popular, es sencillo operar con ellos para comprarlos y venderlos utilizando determinadas billeteras virtuales que también trabajan con Ethereum. Sin embargo, estamos hablando de obras únicas, por lo que no hay una compraventa activa como en las monedas digitales.

En solo un par de años, las NFT han explotado en el mercado, con la capitalización de mercado acercándose a los 41 mil millones de dólares en 2021, ya que resultaron ser el caso de uso más exitoso de *smart contracts*.

Las NFT se crean a través de un proceso de acuñación que requiere contratos inteligentes implementados en la cadena de bloques.

Un contrato inteligente, en este caso, es una herramienta que permite implementar un acuerdo de venta entre el propietario de NFT y el comprador. El contrato inteligente contiene información sobre el NFT, como el creador de la obra, otras partes que tienen derecho a regalías cada vez que se vende la NFT y el historial de propiedad de la obra.

La mayoría de las NFT no se registran en la cadena de bloques, ya que mantener tantos datos en la cadena de bloques es costoso y requiere mucha energía. Como resultado, los contratos

inteligentes suelen incluir un enlace al trabajo que representan, que solo puede ser visto por el propietario.

3.4. Tokenización de Activos Tangibles

Un NFT no necesariamente tiene que estar relacionado al mundo del arte o a obras digitales, otro caso naciente de uso de esta tecnología es para la tokenización de activos tangibles del mundo real, como podrían ser los bienes raíces, bienes de capital, o commodities como granos.

Economicamente hablando, esto permitiría la atomización y el ingreso de nuevos participantes a mercados con barreras de entradas dadas por el alto costo de entrada, como lo es el mercado inmobiliario. El funcionamiento es muy simple; como una ficha de casino puede representar dinero, un token puede representar dinero, o una parte de algo que existe y se puede tocar en el mundo real. De hecho, la mayoría de criptomonedas funcionan como una suerte de token y su valor se suele representar en dinero fiduciario.

Poder tokenizar propiedades inmuebles podría llegar a tener un gran efecto redistributivo y generar un aumento en la eficiencia asignativa del mercado inmobiliario, al democratizar el acceso al suelo urbano y su renta.

La combinación de *blockchain* y desarrollo inmobiliario sustentable nos muestra una clara tendencia desde la inversión ilíquida a la inversión inmobiliaria digital y líquida. Hace unos años era inconcebible poseer fragmentos de una propiedad y comerciar con ellos a diario sin altos costes de transacción. Sin embargo, la tokenización lo hace posible: los bienes raíces pueden fragmentarse y luego representarse mediante tokens digitales. Los "*tokens*" individuales representan la propiedad subyacente a nivel de activo con todos sus derechos y obligaciones. Los detalles contractuales se definen en los anteriormente mencionados *Smart Contracts*. Si se cumple una condición de contrato predefinida, el algoritmo almacenado en el contrato digital activa la secuencia de eventos especificados en el código. De este modo, y por ejemplo, una transacción o una transferencia en el catastro puede llevarse a cabo sin ninguna intervención humana. Después de la validación adecuada de la acción, se genera automáticamente otro bloque, que se adjunta a la cadena de bloques existente.

La tokenización de activos inmobiliarios puede desempeñar un papel importante en la industria inmobiliaria. El visto notarial, los considerables costes de transacción o el impuesto sobre la transferencia de la propiedad se vuelven técnicamente obsoletos mediante el uso de la tokenización. El resultado es un aumento de la eficiencia a través del correspondiente ahorro de tiempo y de gastos. En resumen, los "*tokens*" se colocan al mismo nivel que los valores negociables convencionales.

Los *tokens* no sólo hacen posible la sustitución de valores convencionales por la tecnología blockchain, sino que pueden convertir cualquier activo tangible en digital y hacerlo accesible a todos los grupos de inversores. Los activos tangibles incluyen no solo bienes raíces, sino también obras de arte o barcos, así como bienes intangibles, como licencias.

4. Blockchain aplicado a Agro / Food Supply Chain

Las tecnologías basadas en blockchain tienen el potencial de revolucionar la agricultura y las cadenas de suministro de alimentos al rastrear meticulosamente una variedad de datos críticos, desde la calidad de la semilla hasta las condiciones de crecimiento de los cultivos y el trayecto que estos recorren desde la granja hasta el mercado. Esta capacidad de rastreo aumenta significativamente la transparencia en las cadenas de suministro, reduciendo los problemas relacionados con la producción ilegal y poco ética. Además, facilita la identificación y resolución

de cualquier contaminación u otros problemas al permitir el rastreo preciso hasta su origen en caso de ser retiradas del mercado. La prioridad principal de estas tecnologías en el sector agrícola es promover la sostenibilidad y garantizar la seguridad alimentaria.

Al proporcionar a los consumidores este nivel de transparencia, se les permite tomar decisiones de compra informadas. A menudo, esta información lleva a los consumidores a recompensar a los agricultores y productores que adoptan prácticas sostenibles y éticas, beneficiando así a todas las partes involucradas.

¿Cómo se debe manejar la tecnología *Blockchain* aplicada a la agricultura en el futuro?

Para integrar de manera efectiva la tecnología blockchain en la agricultura, se deben abordar varios aspectos críticos:

Descentralización: Es esencial que la implementación de blockchain sea inclusiva, abarcando a pequeños agricultores y comunidades rurales independientemente de la escala de sus operaciones. De lo contrario, la seguridad alimentaria seguirá siendo un problema.

Educación y Capacitación: Es crucial proporcionar educación sobre blockchain a aquellos que no tienen la alfabetización digital necesaria para participar en estas tecnologías. Esto es fundamental para la descentralización efectiva del sistema.

Integración en Estrategias Amplias de Seguridad Alimentaria: Blockchain debe incorporarse en estrategias más amplias de seguridad alimentaria para asegurar que sus valores sociales y ambientales estén alineados con la resolución de problemas de inseguridad alimentaria. La equidad en la implementación de estas innovaciones es esencial para que todas las partes interesadas puedan beneficiarse

4.1. Optimización de la cadena de suministro de alimentos

- a. *AgriChain*
- b. *AgriDigital*
- c. *T-E FOOD*
- d. *ripe.io blockchain of food*

Gracias a la capacidad de *Blockchain* de rastrear los registros de propiedad y la imposibilidad de fraude/manipulación, se puede utilizar para resolver problemas urgentes como el fraude alimentario, las retiradas de seguridad, la ineficiencia de la cadena de suministro y la trazabilidad de los alimentos en el sistema alimentario actual.

Debido a la naturaleza de los alimentos perecederos, la industria alimentaria en su conjunto es extremadamente vulnerable a cometer errores que en última instancia afectarían a las vidas humanas. Cuando las enfermedades transmitidas por los alimentos amenazan la salud pública, el primer paso para el análisis de la causa raíz es rastrear la fuente de contaminación, con nula tolerancia a la incertidumbre.

4.2. Transacciones

- a. *AgriLedger*
- b. *Demeter* (Arrendamiento sin intermediarios)

Los casos de uso de blockchain en los alimentos van mucho más allá de garantizar la seguridad alimentaria. También añade valor al mercado actual establecer un libro mayor en la red y equilibrar los precios del mercado. El mecanismo de precios tradicional para comprar y vender se basa en los juicios subjetivos de valor de los actores involucrados, más que en la información proporcionada por toda la cadena de valor. Dar acceso a los datos crearía una imagen “holística” de la oferta y la demanda. La aplicación de *blockchain* para el comercio también podría revolucionar la compra-venta tradicional de productos básicos y la cobertura. *Blockchain* permite que las transacciones verificadas se compartan de forma segura con todos los actores de la cadena de suministro de alimentos, creando un mercado con una inmensa transparencia.

En el caso de *Demeter*, gracias a *Smart Contracts*, el arrendatario puede arrendar una parcela de tierra sin necesidad de pagar más por hacerlo a una menor escala, ni incurrir en grandes costos administrativos. Se pacta la duración del contrato, y la transferencia de fondos desde el locatario hacia el locador se da de forma constante y periódica.

4.3. Seguros Agrícolas

- a. *DIP – Decentralized Insurance Protocol tokens*
- b. *Etherisc*
- c. *World Cover*

Los *Smart Contracts* configuran un espacio ideal para el desarrollo de los seguros agrícolas habilitados para *blockchain*, en particular los seguros de índice. Los productos de seguros basados en *blockchain* utilizan un indicador indirecto, como las precipitaciones, la temperatura, el rendimiento de los cultivos por superficie u otros índices objetivos, para pagar los reclamos que surjan sin necesidad de incurrir en el costo de enviar un perito a verificar presencialmente a nivel de granja. El contrato inteligente sirve como un medio vital para automatizar la gestión de reclamos basada en disparadores (o triggers). Usando un ejemplo de un contrato de seguro simple donde el pago se activa si las precipitaciones acumuladas durante la temporada de siembra en la ubicación cubierta caen por debajo de 200 mm: los datos de fuentes de datos verificadas, como la agencia meteorológica, están conectados con el contrato inteligente en la plataforma *blockchain*, donde las cláusulas de seguro se codifican y evalúan sin intervención humana. Las liquidaciones de los contratos inteligentes se activan automáticamente si la fuente de datos meteorológicos es inferior a 200 mm durante el período evaluado. Este mecanismo podría acelerar significativamente el proceso de pago de reclamos al seguro, lo que podría conducir a una aplicación más efectiva de los contratos y a reducir sustancialmente las primas exigidas a los productores.

En términos de aplicación en el entorno del desarrollo, el insurtech (empresa dedicada a la tecnología aplicada a la industria de los seguros) *WorldCover* ha estado implementando un seguro de cultivos habilitado para *blockchain* en Ghana: Con sede en Nueva York, la empresa ha estado creando oportunidades de inversión institucional para un riesgo que antes no era asegurable.

En Kenia, hay un proyecto piloto llamado “*Blockchain Climate Risk Crop Insurance*” para proporcionar un seguro de índice meteorológico asequible a los pequeños agricultores que utilizan la tecnología *blockchain*. Es posible gracias a una asociación entre la startup de insurtech

Sprout Insurer, el socio de implementación de GIIF ACRE África y la empresa tecnológica Etherisc especializada en seguros descentralizados. Una interfaz de usuario, diseñada y gestionada por Sprout Insure, registra las pólizas de seguro como contratos inteligentes en una cadena de bloques privada. Sprout trabaja con Etherisc para implementar una implementación técnica de contratos inteligentes en la cadena de bloques Ethereum, incluida una bolsa de riesgos en la cadena de bloques. Esto armonizará los datos de los agricultores, la información de las políticas y los datos de pago que actualmente están aislados, reduciendo en última instancia los costes de transacción. Según el plan, una vez que la plataforma está a una escala suficiente, tiene el potencial de reducir el costo de emisión de contratos en un 41%, lo que permite reducir las primas hasta un 30 % y una disminución de los ciclos de reclamación de tres meses a una semana. Se espera que el proyecto piloto, que comenzó a principios de 2020, asegure a 250.000 agricultores (el enlace es externo) en Kenia con la opción de pagar las primas del seguro en pequeñas cuotas tan bajas como 50 centavos. Se espera que movilice entre 6 000 y 10 000 millones de dólares en primas anuales tras una ampliación exitosa. El éxito se puede reproducir en otros países del África subsahariana como Burkina Faso, Senegal y Malí en África Occidental y Kenia, Uganda y Ruanda en África Oriental. Para obtener más información, visite aquí (el enlace es externo).

Además de facilitar el uso de innovaciones basadas en datos para el seguro de índices inteligentes, los registros de producción, proceso, almacenamiento y distribución se pueden registrar en el sistema *blockchain*, lo que permite la trazabilidad de los productos agrícolas a través de las cadenas de suministro. De esta manera, cada producto puede asociarse con datos de calidad como su condición de crecimiento, fechas de cosecha y certificaciones. Según Xiong, et. al (2020), ya están implementando activamente proyectos de trazabilidad de alimentos y utilizando la tecnología *blockchain* para rastrear todo el proceso productivo, desde la granja a la mesa. La aplicación conjunta de Internet de las Cosas (IoT), como sensores y seguimiento GPS con tecnología *blockchain*, puede abrir más oportunidades en la gestión transparente de la cadena de suministro y la agricultura inteligente. Si bien estos avances suenan prometedores, es importante eliminar las barreras tecnológicas a los pequeños agricultores. Las intervenciones coordinadas en un enfoque de múltiples partes interesadas podrían permitir que los ahorros de la eficiencia de la cadena de suministro se filtren a los productores y difundan prácticas agrícolas sostenibles a través de TIC asequibles en las comunidades agrarias.

4.4. Tokenización de activos físicos vinculados al agro

La tecnología de blockchain está revolucionando diversos sectores, y la agricultura no es la excepción. Un área con gran potencial de mejora es el manejo de activos agrícolas, como el almacenamiento de granos, la gestión de ganado y la utilización de maquinaria, donde blockchain puede resolver problemas económicos y operativos, agregando valor y eficiencia de manera innovadora.

Tradicionalmente, los activos agrícolas enfrentan riesgos de deterioro debido a factores como la temperatura, las precipitaciones, la humedad y la presencia de gases. La falta de un monitoreo adecuado puede llevar a pérdidas significativas, afectando la rentabilidad de los productores agropecuarios. Además, estos activos, al permanecer inactivos sin una utilidad financiera dinámica, representan un costo hundido desde la perspectiva del costo de oportunidad del capital inmovilizado. Este capital no contribuye

a la economía de manera efectiva más allá de su función básica, limitando así el potencial de generación de valor agregado.

La Solución: Integración de Blockchain y Monitoreo en Tiempo Real

Para abordar estos desafíos, se propone una solución basada en blockchain que incluye el monitoreo en tiempo real y la tokenización de activos agrícolas. Este enfoque no solo garantiza la calidad de estos activos, sino que también permite que se utilicen para garantizar operaciones en mercados financieros, mejorando su eficiencia económica.

Paso 1: Monitoreo en Tiempo Real

El primer paso consiste en implementar un sistema de monitoreo en tiempo real para los activos agrícolas. Empresas especializadas ofrecen servicios avanzados que permiten a los productores conocer el estado de sus activos sin necesidad de inspecciones invasivas. A través de sensores que miden variables críticas y un software que transmite estos datos en vivo, los productores pueden anticiparse a posibles daños y tomar decisiones informadas.

Paso 2: Tokenización de Activos Agrícolas

Una vez asegurada la calidad de los activos, se procede a la tokenización. Este proceso consiste en crear un token no fungible (NFT) que representa total o parcialmente el activo agrícola. Este NFT es único y tiene valor en tanto el activo físico exista y se mantenga en buen estado. La tokenización transforma el activo en un recurso digital que puede ser utilizado de diversos modos, siempre garantizando la integridad del activo físico subyacente.

Paso 3: Utilización del Token en Mercados Financieros

El token generado puede ser usado como garantía en operaciones, por ejemplo, en mercados de derivados. Esto proporciona una nueva forma de colateral para diversas transacciones, permitiendo que activos agrícolas, que tradicionalmente estarían inmovilizados, se conviertan en activos dinámicos y útiles. Esta movilización de activos incrementa la eficiencia económica, reduce los costos de financiamiento y maximiza el valor de los activos gestionados.

Beneficios Económicos y Operativos

1. **Transparencia y Seguridad:** La transmisión en tiempo real de los datos de monitoreo y la creación de NFTs aseguran una alta transparencia y confianza en el estado de los activos agrícolas.
2. **Movilización de Activos:** Los activos tokenizados pueden ser utilizados en mercados financieros, mejorando la liquidez y eficiencia del mercado agropecuario.

3. **Eficiencia Económica:** La tokenización evita la inmovilización del valor de, por ejemplo, los granos almacenados, permitiendo su uso como garantía en transacciones financieras y reduciendo los costos de financiamiento.
4. **Innovación Financiera:** La creación de NFTs basados en silobolsas abre nuevas oportunidades en el sector financiero agrícola, fomentando la inversión en tecnología y mejorando la gestión de activos.

La integración de la tecnología blockchain en la agricultura, específicamente en el monitoreo y la tokenización de activos agrícolas, ofrece una solución innovadora a problemas económicos y operativos. Este enfoque no solo mejora la eficiencia y transparencia en la gestión de estos activos, sino que también permite la movilización de activos agrícolas en mercados financieros, agregando un valor significativo donde antes no lo había. La experiencia de empresas especializadas ilustra cómo la adopción de estas tecnologías puede transformar la agricultura, creando un sistema más eficiente y rentable para los productores y el mercado en general.

5. Blockchain aplicado a Finanzas

5.1. DeFi

DeFi, abreviatura de "decentralized finance" (finanzas descentralizadas), se refiere a servicios financieros basados en protocolos que operan en blockchains públicas, como Ethereum. Este enfoque permite replicar los casos de uso de las finanzas tradicionales, pero sin intermediarios.

Con DeFi, los usuarios pueden realizar la mayoría de las funciones que tradicionalmente respaldan los bancos: depositar fondos y ganar intereses, solicitar préstamos, comprar seguros, negociar activos y derivados, entre otros. La principal ventaja es que estos procesos son más rápidos y no requieren papeleo ni verificación por parte de un tercero.

Al igual que las criptomonedas en general, DeFi es global, peer-to-peer (P2P), es decir, directamente entre dos personas sin intermediarios, y está abierto a todos. DeFi se basa en blockchain, lo que permite que varias entidades mantengan una copia del historial de transacciones. Esto significa que no está controlado por una entidad central, lo cual es crucial, ya que los sistemas centralizados y los "guardianes humanos" pueden limitar la velocidad y la sofisticación de las transacciones, ofreciendo a los usuarios menos control sobre su dinero.

DeFi expande el uso de blockchain desde una simple transferencia de valor a casos de uso financiero más complejos y a una escala mayor. Esto no solo mejora la eficiencia productiva del sistema, sino también la eficiencia asignativa, ya que al ser una tecnología descentralizada y basada en contratos inteligentes, elimina los problemas de selección adversa y riesgo moral, que en el sistema financiero tradicional aumentan exponencialmente los costos de transacción y excluyen a muchos usuarios.

Por ejemplo, cuando pagamos un desayuno con tarjeta de crédito, una institución financiera controla la transacción, con la autoridad para detenerla o pausarla y registrarla en su libro de

contabilidad privado. Con blockchain y DeFi, estas instituciones quedan fuera de escena. Las compras directas no son el único tipo de transacción supervisada por grandes empresas; aplicaciones financieras como préstamos, seguros, crowdfunding, derivados, apuestas y más también están bajo su control. Eliminar a los intermediarios en todo tipo de transacciones, sin caer en el riesgo de incumplimiento de la contraparte, es una de las principales ventajas de DeFi. No obstante, la desregulación también puede traer otros problemas.

Antes de que se conociera como finanzas descentralizadas, DeFi a menudo se llamaba "finanzas abiertas".

Cómo Funciona

Los usuarios suelen interactuar con DeFi a través de aplicaciones descentralizadas (DAPPs), la mayoría de las cuales se ejecutan en la blockchain de Ethereum. A diferencia de un banco convencional, no es necesario completar una solicitud ni abrir una cuenta. Algunas formas en que las personas se involucran con DeFi incluyen:

- **Colocar Fondos:** Prestar criptomonedas y ganar intereses y recompensas cada minuto, en lugar de una vez al mes como en un banco tradicional.
- **Obtener un Préstamo:** Obtener préstamos instantáneos sin papeleo, algo que las instituciones financieras tradicionales no ofrecen a corto plazo.
- **Negociar Activos:** Transacciones de activos criptográficos, permitiendo comprar y vender acciones sin restricciones ni tiempos de espera.
- **Ahorrar para el Futuro:** Poner criptomonedas en alternativas de cuentas de ahorro, obteniendo mejores tasas de interés que en un banco.
- **Comprar Derivados:** Hacer apuestas long o short sobre determinados activos, similar a opciones sobre acciones o contratos de futuros.

5.2. Stable Coins

Las stablecoins son criptomonedas cuyo valor está vinculado a una moneda fiduciaria como el dólar estadounidense, a otras criptomonedas o a una mercancía como el oro. Proporcionan seguridad y procesamiento inmediato de pagos sin la volatilidad de las criptomonedas tradicionales.

El valor de una stablecoin a menudo está garantizado por una moneda fiduciaria o un activo a través de una garantía equivalente al valor de la criptomoneda existente en el mercado. Las stablecoins pueden ser garantizadas por respaldo fiduciario, criptomonedas, commodities o ser algorítmicas. Las stablecoins ofrecen estabilidad en el valor y permiten transferencias de dinero instantáneas y seguras.

Tipos de Stablecoins

1. Garantizado por Respaldo Fiduciario

Una stablecoin respaldada por una moneda fiduciaria es aquella cuya emisión está garantizada por una cantidad equivalente de una moneda fiduciaria, como el dólar estadounidense (USD) o el euro. Esto significa que por cada unidad de stablecoin en circulación, existe una cantidad equivalente de moneda fiduciaria en reserva.

- **Ejemplo: Tether (USDT):** Tether es una de las stablecoins más conocidas y tiene una capitalización de mercado significativa. Está vinculada al USD, lo que significa que por cada USDT en circulación, existe un dólar estadounidense en reserva. Tether facilita transacciones rápidas y seguras sin la volatilidad de las criptomonedas tradicionales, y es ampliamente utilizada en los intercambios de criptomonedas.

2. Criptomonedas Garantizadas

Una stablecoin respaldada por criptomonedas es aquella cuya emisión está garantizada por una cantidad equivalente de otras criptomonedas. Estas stablecoins suelen estar sobrecolateralizadas para mitigar la volatilidad inherente de las criptomonedas.

- **Ejemplo: Dai (DAI):** Dai es una stablecoin creada por el proyecto MakerDAO y está respaldada por una variedad de criptomonedas, principalmente Ether (ETH) y Wrapped Bitcoin (wBTC). Para emitir Dai, los usuarios deben depositar criptomonedas como garantía en un contrato inteligente en la plataforma MakerDAO. Este sistema de sobrecolateralización asegura que el valor de Dai se mantenga estable en relación con el dólar estadounidense.

3. Colateral en Commodities

Una stablecoin respaldada por commodities es aquella cuya emisión está garantizada por una reserva de bienes físicos, como oro, petróleo o bienes raíces. Estas stablecoins están diseñadas para mantener un valor estable reflejando el precio del commodity subyacente.

- **Ejemplo: Paxos Gold (PAXG):** Paxos Gold es una stablecoin respaldada por oro. Cada PAXG está respaldado por una onza de oro físico almacenado en bóvedas profesionales. Esto permite a los usuarios poseer y transferir oro de forma digital, aprovechando la estabilidad del valor del oro mientras disfrutan de la conveniencia de las transacciones digitales.

4. Algorítmicas

Las stablecoins algorítmicas no están respaldadas por una reserva de activos, sino que utilizan algoritmos y contratos inteligentes para mantener su estabilidad de precios. Estos algoritmos ajustan automáticamente la oferta de la stablecoin en respuesta a las fluctuaciones de la demanda para mantener su valor anclado a una moneda o commodity.

- **Ejemplo: TerraUSD (UST):** TerraUSD es una stablecoin algorítmica que mantiene su paridad con el dólar estadounidense a través de un sistema de ajuste de la oferta. El algoritmo de Terra aumenta o disminuye la cantidad de UST en circulación para mantener su valor estable. Esto se logra mediante un mecanismo de intercambio con otra criptomoneda nativa del ecosistema Terra, llamada Luna (LUNA). Si la demanda de UST aumenta, más LUNA se quema para emitir más UST, y viceversa.

5.3. Inclusión financiera

La inclusión financiera implica el acceso a productos y servicios financieros útiles y asequibles que satisfacen las necesidades de transacciones, pagos, ahorro, crédito y seguros de personas y empresas. Blockchain y DeFi (finanzas descentralizadas) tienen el potencial de promover la inclusión financiera al ofrecer alternativas más accesibles y equitativas a los servicios financieros tradicionales.

Importancia de la Inclusión Financiera

La inclusión financiera es crucial para el desarrollo económico y la reducción de la pobreza. Tener acceso a una cuenta de transacciones es un primer paso esencial, ya que permite a las personas guardar dinero, enviar y recibir pagos, y acceder a otros servicios financieros. Sin embargo, en muchas regiones, especialmente en áreas rurales y economías en desarrollo, el acceso a servicios financieros sigue siendo limitado. Blockchain y DeFi pueden ayudar a cerrar esta brecha al ofrecer soluciones que no dependen de intermediarios tradicionales, reduciendo costos y barreras de entrada.

Ejemplos de Aplicaciones de Blockchain y DeFi para la Inclusión Financiera

1. BoLT (Built on Local Trust)

BoLT es una red basada en blockchain creada por estudiantes de la Universidad Carnegie Mellon con el objetivo de mejorar el acceso al mercado de fondos prestables para pequeños comerciantes. Este proyecto se centra en la confianza local y permite a pequeños propietarios y personas de bajos recursos emitir BoLTs, que son smart contracts simples, para obtener financiamiento a bajas tasas de interés.

- **Funcionamiento de BoLT:** Los comerciantes pueden emitir BoLTs a miembros de su comunidad, quienes compran estos tokens como una forma de inversión y apoyo local. Los BoLTs pueden ser utilizados como una especie de "gift card" que puede ser redimida en el futuro. Este sistema permite a los pequeños comerciantes obtener financiamiento sin necesidad de recurrir a intermediarios financieros tradicionales, basando su costo de financiamiento en la confianza comunitaria.

2. Stellar

Stellar es una plataforma de pagos basada en blockchain que se centra en facilitar transacciones financieras rápidas y a bajo costo, especialmente en regiones con infraestructura financiera limitada. Stellar permite transferencias transfronterizas y microfinanciación, proporcionando acceso a servicios financieros a poblaciones no bancarizadas.

- **Casos de Uso de Stellar:** Un ejemplo es la asociación de Stellar con el Proyecto Lightyear, que facilita el acceso a servicios financieros en regiones rurales de África. A través de la plataforma Stellar, los usuarios pueden enviar y recibir pagos, realizar microcréditos y participar en programas de ahorro, todo sin necesidad de una cuenta bancaria tradicional.

3. Celo

Celo es una plataforma blockchain diseñada para permitir pagos y transferencias internacionales a través de teléfonos móviles, con el objetivo de aumentar la inclusión financiera en regiones donde el acceso a servicios bancarios es limitado. Celo utiliza stablecoins para proporcionar una experiencia de usuario similar a la de monedas fiduciarias, pero con las ventajas de la tecnología blockchain.

- **Casos de Uso de Celo:** En varios países de África y América Latina, Celo ha implementado programas piloto para facilitar pagos entre pares, remesas y acceso a microcréditos, utilizando solo un teléfono móvil. Esto permite a personas sin acceso a bancos tradicionales participar en la economía digital.

4. BanQu

BanQu es una plataforma basada en blockchain que proporciona identidad económica y financiera a personas en situación de pobreza extrema, permitiéndoles acceder a servicios financieros y mercados globales. BanQu crea un registro digital verificable de la identidad y las transacciones económicas de una persona, que puede ser utilizado para acceder a crédito, seguros y otros servicios financieros.

- **Impacto de BanQu:** BanQu ha trabajado con comunidades de refugiados y agricultores en África y Asia, proporcionando una plataforma que registra sus transacciones y crea una identidad digital verificable. Esto ha permitido a muchas personas acceder a microcréditos y seguros, mejorando su estabilidad económica y calidad de vida.

Beneficios de Blockchain y DeFi en la Inclusión Financiera

- **Reducción de Costos:** Al eliminar intermediarios, las soluciones basadas en blockchain pueden reducir significativamente los costos de transacción, haciéndolos más accesibles para personas de bajos ingresos.
- **Transparencia y Seguridad:** La naturaleza inmutable y transparente de las transacciones en blockchain aumenta la confianza y reduce el riesgo de fraude.
- **Acceso Global:** Blockchain permite transacciones transfronterizas sin necesidad de infraestructuras bancarias tradicionales, facilitando el acceso a servicios financieros en áreas remotas.

6. Conclusiones

Sin duda, en los próximos años surgirán cientos, si no miles, de aplicaciones basadas en blockchain que transformarán la mayoría de las transacciones en todos los ámbitos de nuestra vida. Estas innovaciones harán que las transacciones sean más simples, rápidas y económicas, permitiendo expandir nuestro universo de posibilidades en el consumo, la inversión y el intercambio de bienes y servicios, superando horizontes que alguna vez hubiéramos considerado inalcanzables. La magnitud del potencial de estas innovaciones es comparable al impacto que tuvo la universalización del acceso a internet a finales de la década de 1990 y principios de los 2000.

Estamos apenas en contacto con la punta del iceberg de una nueva era tecnológica, y solo es cuestión de tiempo hasta que profundicemos en su utilización. Sin embargo, el camino hacia una adopción masiva de blockchain por parte del público y los mercados está lleno de desafíos inéditos. Para los usuarios, el principal reto radica en la falta de información y conocimiento necesarios para aprovechar plenamente estas tecnologías. Por ello, es fundamental resaltar la importancia de la educación en estos nuevos conceptos teórico-prácticos.

Por otro lado, uno de los grandes desafíos se encuentra en la institucionalidad que sustenta estas nuevas tecnologías. El principal beneficio de blockchain es la reducción exponencial de los costos de transacción al eliminar la necesidad de intermediarios, que tradicionalmente han agregado costos significativos. En este contexto, muchas instituciones, tanto públicas (como los estados nacionales) como privadas (como los bancos), se sienten amenazadas y se oponen a estos protocolos que reducen sus beneficios mientras mejoran la eficiencia asignativa para los usuarios.

La solución a este desafío radica en un nuevo paradigma donde las instituciones tradicionales busquen adaptarse a las nuevas tecnologías y se conviertan en proveedores de estas soluciones. Aunque es temprano para prever si esto sucederá de manera generalizada, ya hemos observado algunos intentos en esta dirección. Sin embargo, en algunos casos, instituciones de mayor jerarquía han revertido estos esfuerzos de implementación.

A pesar de la incertidumbre que rodea el futuro de estas tecnologías, podemos afirmar que el potencial para mejorar la forma en que transaccionamos en diversos sectores es inmenso. Debemos estar preparados para adoptar y adaptarnos a las innovaciones que están por venir.

7. Referencias bibliográficas

- Hang Xiong, Tobias Dalhaus, et al.** (2020). *Blockchain Technology for Agriculture: Applications and Rationale*. *Frontiers*. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fbloc.2020.00007/full>
- Joanne Luciano** (2021) *Achieving food security with Smart Contracts* – Podcast: <https://open.spotify.com/episode/18xSbjGgQhbWCPs6me2yTc?si=a947da55ea83459b>
- Lyle Daly** (2022) - *Uses for Blockchain in the Financial Services Industry*. Disponible en: <https://www.fool.com/investing/stock-market/market-sectors/financials/blockchain-stocks/blockchain-in-finance/>
- Seth Copen Goldstein, Denizalp Goktas, et al.** (2020) - *BoLT: Building on Local Trust to Solve Lending Market Failure* – Disponible en: <https://www.cs.cmu.edu/~seth/bolt/bolt-draft.pdf>
- Seth Goldstein** (2021) *Revolutionary Lending and Trading Platform* - Podcast: <https://open.spotify.com/episode/2d1oLrPsCEmmyHFCZtgWzV?si=e932c7e49c564352>
- Oliver E. Williamson** (1979) *Transaction-Cost Economics: The Governance of Contractual Relations* - *Journal of Law and Economics*, Vol. 22, No. 2
- Oracle** (2021) *What is IoT*. Disponible en: <https://www.oracle.com/internet-of-things/what-is-iot/>
- Guilain Leduca, Sylvain Kublera, Jean-Philippe Georges** (2021) - *Innovative Blockchain-based Farming Marketplace and Smart Contract Performance Evaluation*. Disponible en: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03240813/document>
- A.D. Nazarov et al** (2019) - *Blockchain technology and smart contracts in the agro-industrial complex of Russia*. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/315/3/032016/pdf>
- Olivier Rikken** (2018) *Smart contracts 101 – Insureblocks* – Podcast: <https://open.spotify.com/episode/11Ka3aKzfEybliNTOVGaux?si=9fe2b65eb6114680&nd=1>
- Lu Wang, Long Qin Xu, et al** (2020) - *Smart Contract-Based Agricultural Food Supply Chain Traceability* – Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9317793>
- Showkat Ahmad Bhat, Nen-Fu Huang** (2020) - *Agriculture-Food Supply Chain Management Based on Blockchain and IoT: A Narrative on Enterprise Blockchain Interoperability* – IEEE Access Digital Object Identifier 10.1109/ACCESS.2021.3050112
- StartUs** (2021) - *8 Blockchain Startups Disrupting The Agricultural Industry* – Disponible en: <https://www.startus-insights.com/innovators-guide/8-blockchain-startups-disrupting-the-agricultural-industry/>
- Dr. Thomas Puschmann** (2022) *Fintech: Key driver to sustainability* – Podcast: <https://open.spotify.com/episode/1xab3lksTEYhy8rfqZUfsk?si=260c7ff981d8445d&nd=1>
- Luciano Barrencea** (2020) – *Las aplicaciones de Blockchain al Agro* – Disponible en: <https://www.elagrario.com/actualidad-las-aplicaciones-de-blockchain-en-el-agro-18571.html>
- Project Ethereum** (2022) – *Introduction to Smart Contracts* – Disponible en: <https://ethereum.org/en/developers/docs/smart-contracts/>

Giuseppe Pappalardo, Tiziana Di Matteo, Guido Caldarelli (2018) - *Blockchain inefficiency in the Bitcoin peers network.* Disponible en:
<https://epjdatascience.springeropen.com/track/pdf/10.1140/epjds/s13688-018-0159-3.pdf>

Nikhil Vadgama (2021) *Blockchain adoption in supply chains* – Podcast:
<https://open.spotify.com/episode/5tpoMCII7R5W50HV5jnLwv?si=22816cdc0c8e43bb&nd=1>