

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BUENOS AIRES – ITBA**  
**ESCUELA DE (TECNOLOGÍA - GESTIÓN)**

# **ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL USO DE LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN PARA LA TRAZABILIDAD DE MEDICAMENTOS EN ARGENTINA.**

**AUTOR: Cavagna, Melisa Carolina (Leg. Nº 104397)**

**TUTOR: Jorge Almada**

**TESIS PRESENTADA PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGISTER EN DIRECCIÓN  
ESTRATÉGICA Y TECNOLÓGICA (ARGENTINA) Y MASTER EXECUTIVA EN DIRECCIÓN  
ESTRATÉGICA Y TECNOLÓGICA (ESPAÑA)**

**BUENOS AIRES**  
**SEGUNDO CUATRIMESTRE, 2021**

*“Nunca cambiaras las cosas luchando contra la realidad existente. Para cambiar algo, construye un nuevo modelo que haga que el modelo actual sea obsoleto”.*

**Buckminster Fuller**

## **Agradecimientos**

En primera instancia agradezco a esta casa de estudios por toda la formación profesional que me ha impartido en estos años, la cual ha cambiado mi forma de pensar e incluso ha hecho de mí una mejor persona.

También, quiero agradecer a mi tutor de tesis por estar siempre dispuesto a mis consultas, acompañarme y creer en este proyecto. Fue una gran experiencia haber trabajado juntos.

## **Dedicatoria:**

Este trabajo está dedicado Evelyn y Marianela, quienes me apoyan día a día para que pueda seguir estudiando, soportan mis largas horas de trabajo y me acompañan siempre. Las amo con todo mi corazón. Nunca vamos a dejar de soñar.

## ÍNDICE DE CAPÍTULOS:

Abstract.....	Página 10
Introducción.....	Página 11
Definición y alcance del problema.....	Página 11
Hipótesis.....	Página 12
Metodología.....	Página 12
Revisión bibliográfica .....	Página 12
Objetivos generales.....	Página 12
Objetivos específicos.....	Página 12
Limitaciones y restricciones.....	Página 13
Articulación.....	Página 13

## CAPÍTULO I – MARCO TEÓRICO

1. ¿Cómo surge el “Movimiento Blockchain”?.....	Página 15
2. ¿Qué es el Blockchain?.....	Página 17
2.1 ¿Qué es un Hash?.....	Página 17
2.2 Nodos Distribuidos.....	Página 18
3 Ethereum .....	Página 19
3.1 Ethereum como plataforma.....	Página 19
4. Smart Contracts.....	Página 20
5 Solidity.....	Página 22
6 Moneda de pago.....	Página 22
7 Monederos (Wallets) para Ethereum.....	Página 23
8 Diferencias entre Bitcoin y Ethereum .....	Página 24
9 Blockchain Federal Argentina.....	Página 26
10 Protocolos de Consenso.....	Página 27
10.1 Problema de los Generales Bizantinos (PGB).....	Página 27
10.2 Protocolos de consenso.....	Página 29
a) Proof of Work, o Prueba de Trabajo.....	Página
b) Prueba de Autoridad.....	Página 32

11 Otros mecanismos de seguridad que utiliza la tecnología Blockchain.....	Página 31
11.1 Árbol de Merkle.....	Página 31
11.2 Beneficios de utilizar un Árbol de Merkle.....	Página 32
12. Blockchain como herramienta de validación e inviolabilidad de información.....	Página 33

## **CAPITULO II SISTEMA DE TRAZABILIDAD DE MEDICAMENTOS EN ARGENTINA.**

2.1 Definiciones y alcances de la Ley.....	Página 35
2.2 Sistema Nacional de Trazabilidad.....	Página 35
2.3.1 Stakeholders del Sistema Nacional de Trazabilidad.....	Página 36
2.3.2 Movimientos logísticos que deben ser informados por los operadores del sistema obligatoriamente.....	Página 39
2.2.3 Información que obligatoriamente debe ser transmitida mediante el Sistema nacional de Trazabilidad por los operadores.....	Página 40
2.2.4 Identificación de los medicamentos.....	Página 40
2.2.5 Cómo funciona el sistema de trazabilidad.....	Página 43
3. Medicamentos adulterados en Argentina y el mundo.....	Página 44
3.1 Falsificación de Medicamentos en la legislación argentina.....	Página 44
3.2 Interpol.....	Página 45

## **CAPÍTULO III. EXPERIENCIA INTERNACIONAL EN EL USO DE LA TECNOLOGÍA**

1) Blockchain para Donaciones.....	Página 48
a) Blockchain for Social Impact Coalition (BSIC).....	Página 48
b) Alice.....	Página 48
c) Medicalchain.....	Página 48
d) Programa Mundial de Alimentos de las Naciones Unidas (PMA).....	Página 49
e) Sony para la educación.....	Página 49
f) Trees.org .....	Página 49

2) Blockchain para videojuegos	
a) Cryptokitties y similares.....	Página 50
b) Acertijos y recompensas.....	Página 50
3) Blockchain para registros públicos .....	Página 50
4) Blockchain y la pesca.....	Página 51
5) EY (Ernst & Young) .....	Página 51
6) Maersk Line .....	Página 52
7) Blockchain para la trazabilidad de medicamentos.....	Página 52
8) IBM Blockchain.....	Página 53

## **CAPÍTULO IV. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE BLOCKCHAIN PARA TRAZAR MEDICAMENTOS EN ARGENTINA**

1 Aplicación de Blockchain al Sistema Nacional de Trazabilidad de Medicamentos.	Página 55
1.1 Desarrollo de la Plataforma.....	Página 55
1.1.1 Ingreso de la información al Sistema.....	Página 56
1.2 Lectura del QR – Acceso a la información.....	Página 57
1) Mediante el uso un escáner de mano.....	Página 57
2) Mediante el uso de una aplicación móvil.....	Página 58
1.3 Acceso a la Información de acuerdo al nivel del usuario.....	Página 59
2) Desarrollo del Sistema Nacional de Trazabilidad en Ethereum.	
a) Usuario.....	Página 59
b) Agente.....	Página 60
c) Supervisor.....	Página 60
2.1 Dapp .....	Página 60
2.2 Contratos Inteligentes.....	Página 61
2.3 Máquina Virtual De Ethereum (EVM) .....	Página 62
2.4 Qué limitaciones o problemas genera la tecnología utilizada? .....	Página 62
2.5 ¿Hay posibilidades de usar otra tecnología?.....	Página 63
2.6 ¿Hay capacidad de innovar y crear una ventaja tecnológica?.....	Página 63

## **CAPÍTULO V ANALISIS DE LA FACTIBILIDAD DEL USO DE LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN PARA LA TRAZABILIDAD DE MEDICAMENTOS EN ARGENTINA.**

### **1. VENTAJAS DEL ACTUAL SISTEMA NACIONAL DE TRAZABILIDAD**

a) Trazabilidad multifase.....	Página 64
b) Tecnología.....	Página 64
c) Identificación inequívoca de los productos.....	Página 64
d) Adecuación y Uso.....	Página 65
e) Roles.....	Página 65

### **2. DESVENTAJAS**

a) Trazabilidad multifase.....	Página 65
b) Códigos de barras.....	Página 67

### **3) VENTAJAS APLICAR DE BLOCKCHAIN AL SISTEMA NACIONAL DE TRAZABILIDAD**

1) Autonomía y descentralización.....	Página 68
2) Seguridad y rapidez.....	Página 69
3) Privacidad.....	Página 70
4) Reducción de costes.....	Página 71
5) Simplicidad.....	Página 72
6) Tecnología de avanzada.....	Página 72

### **4) PRESUPUESTOS NECESARIOS PARA PODER APLICAR TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN AL SISTEMA NACIONAL DE TRAZABILIDAD**

1) Reforma del Ministerio de Salud – Anmat.....	Página 73
2) Inversión económica.....	Página 74

3) Capacitación a los usuarios de toda la cadena.....	Página 74
4) Planificación detallada del proyecto.....	Página 74
5) Suscripción de terceros.....	Página 74
6) Servicios profesionales de desarrollo y mantenimiento.....	Página 75
5) CONCLUSIONES .....	Página 75
ANEXO I BIBLIOGRAFÍA.....	Página 78
ANEXO II GLOSARIO DE TERMINOS.....	Página79
ANEXO III ÍNDICE DE FIGURAS Y CUADROS.....	Página 81

## **Abstract:**

La tecnología Blockchain es una de las más revolucionarias y transformadoras de la realidad que han aparecido en los últimos tiempos. Su irrupción, ha sido comparada a la de la aparición del internet 2.0. También esta tiene múltiples aplicaciones y un enorme potencial para resolver problemas complejos. Lo cual llevará a que de a poco, se la misma expenderá y formará parte de la vida cotidiana.

Es necesario agregar que su éxito se basa en poder lograr confianza en el sistema sin intermediarios. Por ello, se la puede definir como un registro compartido de transacciones que se realizan en una red. Permitiendo así que personas que no se conocen puedan realizar diversas operaciones en forma segura, ya sea intercambio de divisas como Criptomonedas o información por ejemplo con Smart Contracts, es decir que su aplicación práctica es ilimitada.

A estas ventajas hay que sumarle que las transacciones se realizan rápidamente y sin los costos que implica la intervención de un agente externo con referencias y/o credenciales suficientes para llevar a cabo las tareas de fiscalización y control necesarias para darle seguridad a la operación. Como podría ser el caso del Estado, un escribano, abogados, el banco central o un juez.

Por último, lo más importante para destacar de la tecnología es la seguridad que brinda para la realización de operaciones ya que la misma cuenta con las siguientes medidas como ser Hashes criptográficos, cifrado asimétrico, redes de nodos (pair to pair o P2P), pruebas de trabajo (PoW), Árbol de Merkle (Merkel tree) y marcas del tiempo. Todas muy superadoras de los métodos de control que actualmente usamos para que este sistema funcione.

Así, página a página se analizará la factibilidad de la aplicación de tecnología Blockchain para realizar la trazabilidad y verificación de aptitud técnica de medicamentos en Argentina. Proceso que hoy en día, según detallaré más adelante se realiza en una forma muy simple y es por ello es susceptible a múltiples fallas que podrían a afectar gravemente la salud pública.

## **Introducción:**

Argentina, sancionó en el año 2013 la Ley 26906 mediante la cual creó el régimen de trazabilidad y verificación de aptitud técnica de los productos médicos activos de salud en uso cuya autoridad de aplicación es el Ministerio de Salud.

Actualmente el sistema consiste en imprimir en la caja del medicamento un código el cual es leído por los diferentes agentes que intervienen en toda la cadena de suministro y la información que se carga y actualiza en forma centralizada en la página del Sistema Nacional de Trazabilidad a donde se accede desde una web.

En principio, fue un sistema que dio muy buenos resultados. Pero actualmente, hay otras tecnologías superadoras que permitirían volver más eficiente todo el proceso. Es ello, el objetivo de este trabajo.

## **Definición y alcance del problema:**

El derecho a la salud es uno de los derechos humanos fundamentales, que son aquellos que existen con anterioridad a la sociedad y al Estado, ya que corresponden a la persona humana por su condición de tal y por el sólo hecho de serlo. El mismo está garantizado en la constitución nacional y es sumamente valioso. Por lo tanto, es prioridad del estado protegerlo.

Es por ello, que actualmente todo el control de la trazabilidad y verificación técnica de medicamentos se realiza por un sistema cuyo titular es el Anmat (Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica), que es un organismo descentralizado de la Administración Pública Nacional de la República Argentina creado en 1992 y dependiente del Ministerio de Salud.

El Sistema Nacional de Trazabilidad de Medicamentos tiene por objetivos conocer y controlar de manera eficiente y en tiempo real el recorrido de cada medicamento que se libera al mercado, desde su elaboración hasta su dispensación. Como así también es optimizar los procesos de distribución de estos productos, dificultar el acceso de medicamentos ilegítimos al

mercado y garantizar su dispensa de manera segura. Para ello, se imprime en la caja del medicamento un código que puede ser escaneado y las novedades se asientan en el sistema.

### **Hipótesis:**

Se demostrarán las falencias del sistema actual y evaluar su posible optimización mediante la aplicación de Blockchain al Sistema Nacional de Trazabilidad para optimizar el mismo

### **Metodologías:**

El desarrollo de este trabajo se corresponderá con el estudio de caso de la tecnología Blockchain y su aplicación puntualmente al Sistema Nacional de Trazabilidad de Medicamentos en Argentina.

Además, se utilizará el método comparativo que es el procedimiento de comparación sistemática de objetos de estudio que se aplicará para llegar a la comprobación de los objetivos propuestos.

### **Objetivos generales:**

El objetivo de este trabajo será demostrar que es posible utilizar la tecnología Blockchain para lograr trazar y garantizar la verificación técnica de medicamentos en Argentina. Creando así un sistema que optimice el actual.

### **Objetivos específicos:**

- Estudiar la tecnología Blockchain
- Estudiar el actual Sistema Nacional de Trazabilidad
- Analizar las ventajas y desventajas del sistema actual
- Evaluar la factibilidad de aplicar tecnología Blockchain al Sistema Nacional de Trazabilidad en Argentina.

## **Revisión bibliográfica:**

Se han consultado diferentes fuentes, como libros, páginas web y documentación oficial de Ethereum. Todo ello, está descrito en el Anexo I bibliografía y es oportunamente citado.

## **Limitaciones y restricciones:**

Para poder aplicar Blockchain al Sistema Nacional de Trazabilidad de Medicamentos en Argentina es necesario realizar un proceso que se llama sellado o minado. El cual consiste en armar un bloque de transacciones. Así, una vez que el mismo queda sellado, la información que contiene pasa a formar parte de una cadena de forma permanente, inmutable e inalterable. En este caso, aplicará el protocolo de consenso del modelo de Proof of Authority, o Prueba de Autoridad que más adelante se explicará.

## **Articulación:**

En el capítulo I, se detallará el marco teórico que rodea al Blockchain para poder entender de qué se trata la tecnología, cuáles son sus definiciones y como funciona.

Posteriormente, en el capítulo II se analizará el Sistema Nacional de Trazabilidad de Medicamentos en Argentina para estudiar cuáles son sus características, como está compuesto y cuál es la complejidad que lo rodea.

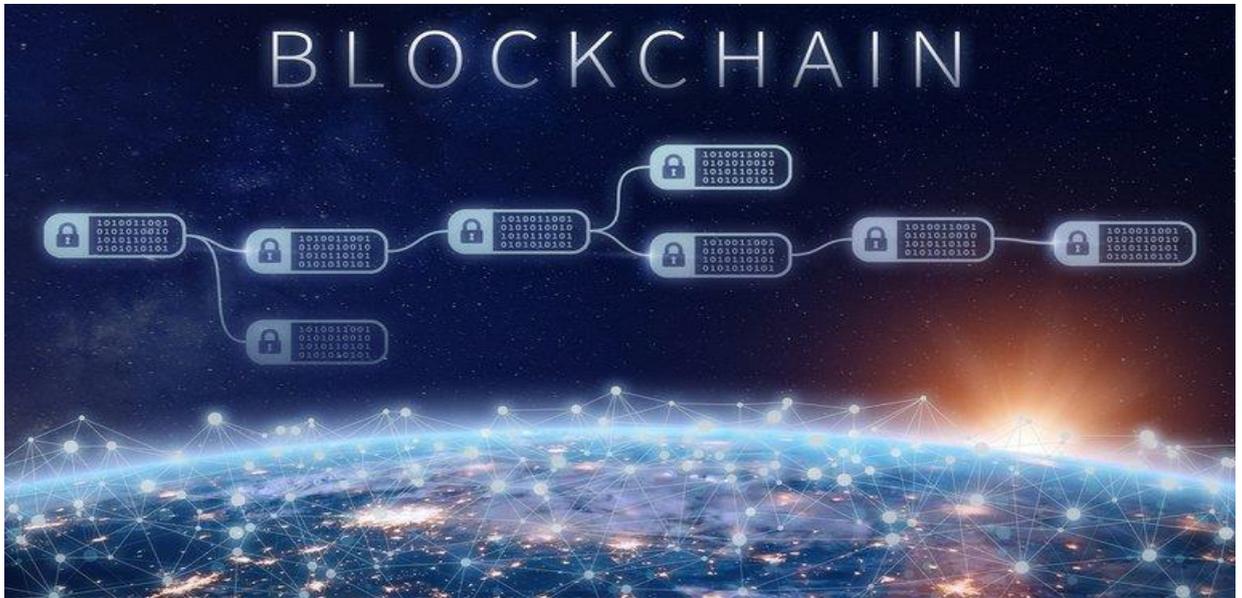
En el capítulo III se hará un repaso por la experiencia internacional que hay en el uso de la tecnología en cuestión, incluyendo una empresa que aplica Blockchain para trazar la cadena logística en Francia.

En el capítulo IV desarrollará como se podría llevar a cabo la aplicación de Blockchain al Sistema Nacional de Trazabilidad en Argentina. Abarcando Stakeholders y diferentes etapas.

Finalmente, en el capítulo V, se detallarán cuáles son las ventajas y desventajas de aplicar la tecnología en cuestión, evaluando la factibilidad de su aplicación.

# CAPÍTULO I – MARCO TEÓRICO

Figura 1 - Blockchain



Fuente: elaboración propia

## 1. ¿CÓMO SURGE EL “MOVIMIENTO BLOCKCHAIN”?

El desarrollo de la criptografía sobre todo en la última parte del siglo xx permitió y terminó de perfeccionar la inspiración para la tecnología Blockchain.

Si bien, la humanidad siempre necesita desarrollar sistemas que permitan intercambiar información en forma segura como por ejemplo los jeroglíficos egipcios o el manuscrito de Voynich, las técnicas de encriptado tuvieron un gran avance en el siglo xx con Alan Turing y su máquina para descifrar el código “Enigma” de la Alemania nazi mediante el cual intercambiaban información militar.

Posteriormente, comenzaron a surgir diferentes avances en la materia y los primeros códigos hechos mediante sistemas electrónicos. Por ejemplo, en el año 1977 se dio a conocer el sistema de clave pública creado por el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) denominado RSA, ampliamente utilizado en firmas digitales. El cual podía pasar un texto ha cifrado y tardó 20 años en ser resuelto, con la ayuda de computadoras más modernas.

Así, con todos estos avances y los nuevos cambios generados por la globalización, tras la caída del muro de Berlín y el fin de la guerra fría surgió un movimiento que representa las posibilidades brinda el Blockchain denominado “Criptoanarquismo”.

El mismo, pretende ensalzar las libertades individuales y garantizar los actos privados utilizando a criptografía para cumplir sus objetivos. También, con el correr del tiempo dio paso a un movimiento más grande denominado “Cypherpunks” o “Cyber-activismo”.

Estos movimientos estaban formados por criptógrafos, programadores, científicos y divulgaban su filosofía mediante un block y emails, donde sus integrantes utilizaban seudónimos para identificarse.

Así fue como el 31 de octubre del año 2008, en plena crisis económica en los Estados Unidos, “Satoshi Nakamoto” lanzó el Bitcoin, con la tecnología Blockchain como base. Ese día, se publicó el “Whitepaper” del Bitcoin, donde se brinda detalles, tecnología y cómo funciona el Bitcoin una de las Criptomonedas más famosas en la actualidad. En un principio, el valor de la moneda fue 0 dólares por un año. Pero ello comenzó a cambiar, tal es así que en el año 2010 un programador de Florida, EEUU canjeó 10.000 Bitcoins por dos pizzas, unos veinticinco dólares. Esta operación con el correr del tiempo, es recordada como la pizza más cara de la historia.

Cabe destacar que al día de hoy no se sabe a ciencia cierta quien fue “Satoshi Nakamoto”.

Algunos sugieren que la sigla significaría SAmsung, TOSHiba, NAKAmichi y MOTOrola. Otros sugieren que se trata de un grupo de programadores de la Agencia Nacional de Seguridad de los Estados Unidos, pero nunca se ha llegado a saber la verdad. Lo único que, si se sabe, es que actualmente, es propietario de un millón de Bitcoins, lo que lo convierte en el hombre más rico del mundo.

## 2. ¿QUÉ ES EL BLOCKCHAIN?

La cadena de bloques, más conocida por el término en inglés Blockchain, es un registro único, consensuado y distribuido en varios nodos de una red. Es una base de datos pública que se actualiza y se comparte entre muchas computadoras en una red.<sup>1</sup>

Algunas características de esta tecnología son:

- Funciona como un tipo de diario u hoja de cálculo que contiene información sobre transacciones.
- Cada transacción genera un hash.
- Un hash es una cadena de números y letras.
- Las transacciones se ingresan en el orden en que ocurrieron.
- El hash depende no sólo de la transacción sino del hash de la transacción anterior. Incluso un pequeño cambio en una transacción crea un hash completamente nuevo.
- Los nodos comprueban para asegurarse de que no se haya modificado una transacción inspeccionando el hash.
- Si una transacción es aprobada por la mayoría de los nodos, entonces se escribe en un bloque.
- Cada bloque se refiere al bloque anterior y juntos forman la Blockchain.
- Una Blockchain es efectiva ya que está distribuida en muchas computadoras, cada una de las cuales tiene una copia de la Blockchain.

### 2.1 ¿QUÉ ES UN HASH?

El origen del término proviene de su significado en inglés literal: “picar y mezclar”. Así, una función hash es un algoritmo que transforma o dirige un grupo de datos como podría ser un texto y lo transforma en un valor único de longitud fija al que denominamos “hash”, el cual actúa a modo de huella dactilar de los datos.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> <https://ethereum.org/en/developers/docs/intro-to-ethereum/#what-is-a-blockchain>

<sup>2</sup> <https://ethereum.org/en/glossary/#hash>

La utilidad del hash no es encriptar u ocultar los datos que tenemos, sino verificar la integridad de los mismos. Estos algoritmos trabajan gracias a una serie de complejos procesos matemáticos y lógicos, que son trasladados a un software de ordenador con el fin de usarlos desde el propio ordenador. Desde allí, podemos tomar cualquier serie de datos, introducirlos en la función y procesarlos. Con esto se busca obtener una cadena de caracteres de longitud fija y única para los datos introducidos. A la vez que se hace prácticamente imposible realizar el proceso contrario. Es decir, es prácticamente imposible obtener los datos originales desde un hash ya formado. Esto gracias a que el proceso de creación de hashes, es un proceso de un solo sentido.

## **2.2 NODOS DISTRIBUIDOS**

Un nodo de red <sup>3</sup> es un punto en el que se puede crear, recibir o transmitir un mensaje. En una estructura como la que propone Blockchain es muy importante. Ya que, al utilizar redes de pares, peer-to-peer o P2P, un conjunto de ordenadores puede conectarse a internet sin necesidad de un único servidor central que los organice, sino que cada nodo (ordenador) actúa como igual ante otros nodos, todos teniendo el rol de cliente y el de servidor al mismo tiempo.

Este sistema P2P permite que mientras más usuarios conectados haya, más fuerte sea el sistema ya que divide la carga de trabajo total de toda la red.

Es por ello que la tecnología Blockchain es robusta, ya que tiene la capacidad de soportar fallos en algunos de los nodos de la red, pero a pesar de ello, siempre seguirá funcionando.

---

<sup>3</sup> <https://ethereum.org/es/developers/docs/nodes-and-clients/nodes-as-a-service/>

### **3 ETHEREUM**

Ethereum es una plataforma open source, descentralizada a diferencia de otras cadenas de bloques, Ethereum puede hacer mucho más. Es programable, lo que significa que los desarrolladores pueden usarlo para crear nuevos tipos de aplicaciones. Estas aplicaciones descentralizadas (o "dapps")<sup>4</sup> obtienen los beneficios de la Criptomoneda y la tecnología Blockchain.

Por detrás del proyecto, la fundación tiene la misión de impulsar el desarrollo de Ethereum y el de aplicaciones que sean globalmente accesibles y una internet libre y más fiable. Es una organización, sin fines de lucro registrada en Suiza.

Ethereum fue desarrollada por Vitalik Buterin, un joven nacido el 31 de enero de 1994 que con 19 años desarrollo la segunda Criptomoneda detrás del Bitcoin y que actualmente no para de crecer por su apuesta en el valor de los contratos inteligentes y sus múltiples usos.

#### **3.1 ETHEREUM COMO PLATAFORMA**

La creación Ethereum responde a la necesidad de contar con un sistema descentralizado, rápido y seguro que permita múltiples aplicaciones más allá de las financieras. Es así que Ethereum resulta muy superadora del Bitcoin, ya que esta Criptomoneda fue desde su creación hecha para un propósito específico, financiero. Así, no tiene posibilidades de escalar, adaptarse y crecer de manera fluida. Cosa que Ethereum si logro. Por ello, en esta es posible que las aplicaciones corran exactamente como fueron programadas, sin posibilidad de tiempos muertos, censura o fraude por terceros.

Inclusive, se podrían desarrollar nuevas Criptomoneda en ella ya que el universo de posibilidades amplísimo.

---

<sup>4</sup> <https://ethereum.org/es/dapps/#what-are-dapps>

#### 4. SMART CONTRACTS

Es un término que hace referencia a cualquier contrato que se ejecuta por sí mismo, sin intermediación de terceros, que no involucra la utilización de inteligencia artificial.<sup>5</sup>

Además, se escriben como programas informáticos. En él se pueden definir reglas y consecuencias estrictas del mismo modo que lo haría un documento legal en papel, pero a diferencia de estos también pueden tomar información que se le proporcione y procesarla según las reglas establecidas dentro del mismo y con relación a esto, operar y producir un resultado.

Heredan todo el poder que confiere el Blockchain, en cuanto a la seguridad, anonimato, rapidez, costos y descentralización.

El fundador de Ethereum clasifica en tres, los tipos de Smart Contracts que se puede usar en la plataforma:

- Aplicaciones financieras y contratos con origen monetario
- Aplicaciones semi financieras, que utilizan dinero para un fin, ejemplo un testamento, un contrato laboral.
- Aplicaciones fuera del sistema financiero, ejemplo voto electrónico, registros públicos, por ejemplo.

---

<sup>5</sup> <https://ethereum.org/es/developers/docs/smart-contracts/>

Los Smart Contracts funcionan de la siguiente manera:

Figura 2: El futuro de los contratos inteligentes



Fuente: <https://101blockchains.com/es/contratos-inteligentes>

De acuerdo a la documentación oficial de Ethereum un Smart Contracts, es una colección de código (sus funciones) y datos (su estado) que reside en una dirección específica en la cadena de bloques Ethereum. Las cuentas de contrato son capaces de pasar mensajes entre ellas, así como realizar cálculos prácticamente completos de Turing. Los contratos se encuentran en la cadena de bloques en un formato binario específico de Ethereum llamado código de bytes de la máquina virtual de Ethereum (EVM).<sup>6</sup>

<sup>6</sup> <https://ethereum.org/es/developers/docs/evm/>

Analizando cada termino, vemos que en principio es una “Colección de Código e Información”, debido a que es escrito e interpretado por un programador, en un lenguaje llamado “Solidity”.<sup>7</sup>

Una vez desarrollado, por más que el propio autor lo desee no se puede modificar y las reglas que se escribieron se empezaran a aplicar. Es inmutable. Se ejecutará indefectiblemente.

Además, al ser Turing completo, se refiere a la capacidad que tiene un lenguaje con esta característica de poder aplicarse para resolver cualquier problema computacional e implementar estructuras complejas como son los bucles (loops en inglés). Que permiten una repetición de instrucciones que se ejecuta mientras las condiciones de salida del mismo no se cumplan.

## **5. SOLIDITY**

Es el lenguaje de desarrollo de Ethereum, especialmente diseñado para los Smart Contracts, es un lenguaje con tipos estáticos, ya que la comprobación de tipificación se realiza durante la compilación, y no durante la ejecución. Tiene similitudes con JavaScript y soporta herencia. Siendo así, posible extender sus funcionalidades.

Como Ethereum es una fundación sin fines de lucro, desarrollo una herramienta llamada “Remix” la cual permite poder probar la ejecución de los contratos inteligentes en línea para corregir errores e incluso simular ejecuciones.<sup>8</sup>

## **6. MONEDA DE PAGO**

Es necesario aclarar que los Smart Contracts se ejecutan en Ether, pero estos se pueden pasar a la moneda que se requiera.

---

<sup>7</sup><https://ethereum.org/en/developers/docs/programming-languages/dart/#getting-started-with-smart-contracts-and-solidity>

<sup>8</sup> <https://ethereum.org/en/developers/docs/programming-languages/dart/#getting-started-with-smart-contracts-and-solidity>

¿Cómo se realiza el intercambio?

Hay dos formas: La primera forma de vender Ether es mediante el uso de una billetera electrónica que opere dentro de la jurisdicción donde se pretende realizar la transacción que comercie con Ether y crear una cuenta en ella. Y la segunda forma, es el comercio entre pares.

Alternativamente, si se desea evitar la molestia de conectar nuestra cuenta bancaria y pasar por un largo proceso de verificación de identidad, existe la opción de vender Ether directamente a través de un intercambio entre pares como Local Ethereum. A diferencia de todos los demás intercambios, éste está completamente descentralizado. Los servicios de custodia y arbitraje se logran a través de la implementación de contratos inteligentes de Ethereum. Local Ethereum<sup>9</sup> es esencialmente un mercado donde los usuarios pueden colocar y responder ofertas. Al vender en la plataforma, normalmente se nos cobrará una tarifa del 0,25 por ciento. También tiene un servicio de mensajería, que permite a los usuarios configurar una reunión cara a cara para intercambiar Ether por dinero en efectivo. Alternativamente, es posible utilizar servicios como MeetUp donde podemos encontrar una reunión local relacionada con Ethereum o Criptomonedas en general, donde vender Ether en un entorno seguro.

## **7 MONEDEROS (WALLETS) PARA ETHEREUM**

Al igual que cualquier tipo de divisa, los Ethers deben ser guardados en algún lugar para poder almacenarlos. Aunque, el término guardado no es el más apropiado, ya que estos Wallet o billeteras, lo que hacen es guardar la divisa contenidas en un número de cuenta y sus claves de acceso, más que tener los token en ellas. La variedad de oferta en billeteras es muy amplia, pero aquí menciono algunas de las más reconocidas:

- 1) COINBASE<sup>10</sup>. Es una de las más reconocidas, además de funcionar como plataforma de intercambio. Teniendo características como cartera móvil para Android e iOS.

---

<sup>9</sup> <https://ethereum.org/es/developers/local-environment/>

<sup>10</sup> <https://www.coinbase.com/es>

- 2) LEDGER<sup>11</sup>. Esta es una cartera por hardware de gran popularidad. Es multi monedas y maneja tanto Ethereum como Ethereum classic.
- 3) TREZOR<sup>12</sup>. Igual que la anterior tipo hardware maneja Bitcoins y Ethers
- 4) ÉXODUS<sup>13</sup>. En este Wallet se permiten los activos múltiples. Funciona con diferentes sistemas operativos como Mac, Windows y Linux. Es fácil de operar e ideal para principiantes.

## **8. DIFERENCIAS ENTRE BITCOIN Y ETHEREUM**

Al tratar de señalar las diferencias que existen entre las dos criptomonedas con mayor crecimiento y mercado, debemos repetir lo que se señaló al principio, al decir que si bien el Ethereum tiene una moneda virtual (Ether), es un proyecto más ambicioso y que va más allá de lo ofrecido por el Bitcoin. Y de aquí la primera diferencia:

El Ethereum, además de manejar una moneda virtual, es una plataforma de bloques que tiene muchos aspectos como su Máquina Virtual, contratos inteligentes y usa el Ether para dar valor a estas persona a persona. Las aplicaciones almacenadas en su Blockchain se usan para la negociación y facilitación de contratos. El sistema de bloque tiene una verificación descentralizada que impide en gran medida el fraude. Produciendo como resultado, contratos más seguros que los tradicionales y a mucho menor costo.

En relación a aspectos más comunes, tenemos que:

El Bitcoin tiene un tiempo medio de bloque de hasta 10 minutos. En tanto que la promesa básica de Ethereum es que este sea de 12 segundos.

---

<sup>11</sup> <https://www.ledger.com/>

<sup>12</sup> <https://trezor.io/>

<sup>13</sup> <https://www.exodus.com/>

El minado de Bitcoin ya ha extraído más del 65% de la moneda existente. Después de un lustro de existencia, se espera el minado de apenas cerca de la mitad de Ethers, que se prevén puedan existir.

Las ganancias a los mineros de Bitcoins por su trabajo disminuye en la medida que pasa el tiempo, teniendo una caída constante cada 4 años. Por su parte, Ethereum paga según el trabajo realizado que se mide con el algoritmo Ethash.

Lo anterior provoca que se descentralice la minería. En cambio, el Bitcoin usa el Asdics que mantiene más centralizado el trabajo.

El Bitcoin mide sus transacciones en base al tamaño del bloque, siendo limitadas por este y compitiendo de la misma manera entre sí. En el sistema Ethereum, estas se miden por el esfuerzo o “gas” necesario según su complejidad, ancho de banda y necesidades de almacenamiento.

El código interno completo de Turing que permite un cálculo potente y rápido es exclusivo del Ethereum. El Bitcoin no tiene esta característica.

En conclusión, la originalidad del Etherum está dando y dará mucho de qué hablar. La innovación de su tecnología Blockchain atrae continuamente a muchos desarrolladores. De igual manera, es un gran atractivo, la posibilidad de obtener Ethers de diversas formas. Todo esto sumado a que el sistema es aplicable a casi cualquier área de la vida cotidiana, tanto privadas como gubernamentales, debido a su gran poder para la creación de bloqueos en base a modelos sostenibles, dando como resultado que más empresas muestres su apoyo y decisión de participar en los proyectos que se presentan dentro del sistema como un factor determinante de las posibilidades de futuro que puede vislumbrarse con esta criptomoneda. En fin, los hechos lo demuestran ante su crecimiento acelerado y seguro frente a un gigante como el Bitcoin.

## 9. BLOCKCHAIN FEDERAL ARGENTINA

Blockchain Federal Argentina <sup>14</sup> es una plataforma multiservicios abierta y participativa pensada para integrar servicios y aplicaciones sobre Blockchain en forma gratuita.

La idea de este proyecto, de código abierto es favorecer el desarrollo de servicios e iniciativas basadas en la innovación tecnológica y en un trabajo horizontal entre diversos actores, entre ellos los entes públicos y la comunidad.

Se la considera como un modelo liviano, ya que está diseñada específicamente para no poseer Criptomoneda asociada. Entonces, necesita de muchos menos recursos que una Blockchain tradicional basada en Prueba de Trabajo.

Esta plataforma es Permissionada. Debido a que funciona bajo un consenso denominado “Prueba de Autoridad”<sup>15</sup>. El mismo, consiste en una optimización del modelo Prueba de Participación que aprovecha la identidad como la “participación” en lugar de utilizar los tokens. Esta identidad es utilizada por un grupo de validadores (autoridades) que son pre aprobadas para validar transacciones y bloques dentro de la red respectiva.

Así, la red se estructura en base a un conjunto confiable, una determinada cantidad de nodos selladores a partir del consenso de las partes que integran BFA y respaldados por la infraestructura de las instituciones, empresas u organismos responsables de cada uno de ellos.

También, es importante destacar que dicha plataforma tiene un Almacenamiento Off-Chain, lo cual significa que no va a almacenar documentos o archivos dentro de la red de Blockchain, sino que solamente guardara los hashes de esos documentos, o en el caso de estudio de los medicamentos.

---

<sup>14</sup> <https://bfa.ar/bfa/que-es-bfa>

<sup>15</sup> <https://bfa.ar/blockchain/protocolos-de-consenso>

Siendo entonces el titular de la red, el responsable de resguardarlos de manera adecuada, pero al tener los digestos criptográficos sellados en la Blockchain se encuentra la forma de demostrar que esos documentos no fueron modificados luego de que ese hash se obtuvo.

## **10. PROTOCOLOS DE CONSENSO**

Podemos definir a un protocolo de consenso como conjuntos básicos de reglas que permiten compartir datos entre computadoras. En el ámbito de las Criptomonedas, establecen la estructura de la cadena de bloques, es decir, la base de datos distribuida que permite intercambiar dinero digital en Internet de manera segura.

Si bien, puede parecer sencillo, en la práctica trae muchas complejidades. Es así que hasta la aparición del Bitcoin, no existía ningún algoritmo que pudiera dar una solución satisfactoria al Problema de los Generales Bizantinos (PGB).

### **10.1 PROBLEMA DE LOS GENERALES BIZANTINOS (PGB) <sup>16</sup>.**

El problema de los generales bizantinos es un ejercicio de lógica que tiene aplicaciones prácticas en la informática distribuida. El mismo fue presentado y tratado por Leslie Lamport, Robert Shostak y Marshall Pease en un ensayo del año 1982 de la Universidad Autónoma de Barcelona.

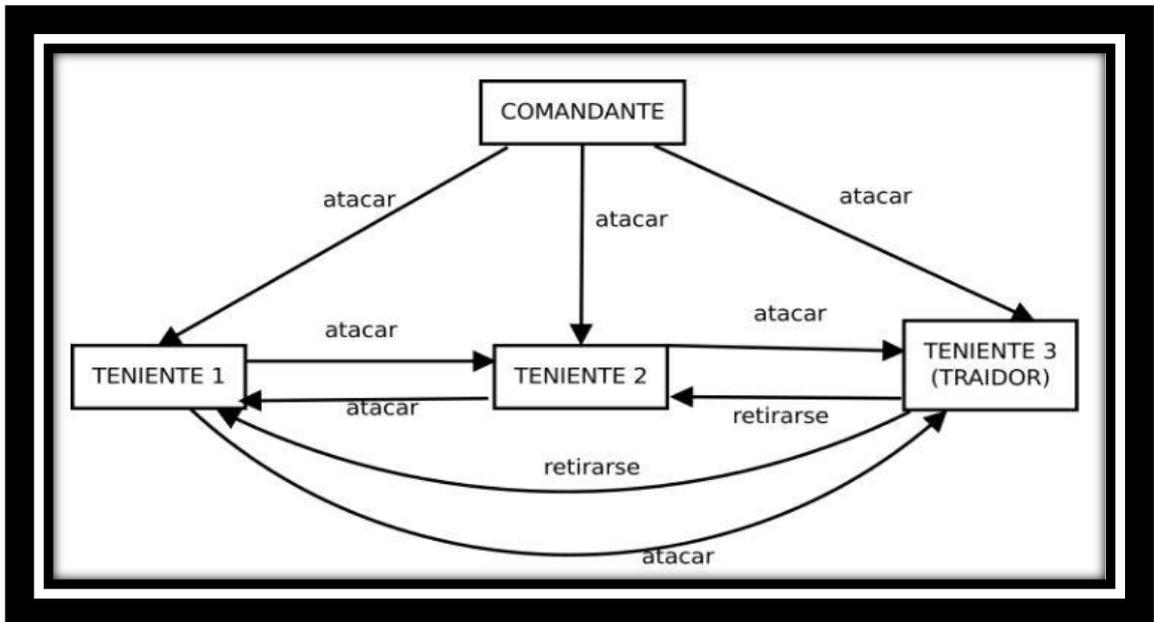
Lo que plantearon es que en un asedio hay un número indeterminado de generales que debe coordinarse para la conquista. Sólo uno cursa la orden (que es binaria, atacar o retirarse), el comandante, el resto son tenientes. Puede haber uno o más traidores (comandante incluido), con el objetivo de que no se cumpla la orden.

Así, cada teniente (miembro de la red) recibe una orden (transacción) y emite la misma a los demás. Pero la orden contradictoria del traidor quedaría en minoría, incluso si es el comandante (el que ordena la transacción), y se dará por verdadera la orden mayoritaria. Los traidores maliciosos serían así neutralizados.

---

<sup>16</sup> <https://web.ua.es/en/recsi2014/documentos/papers/bitcoins-y-el-problema-de-los-generales-bizantinos.pdf>

Figura 3: El problema de los generales bizantinos



Fuente: Elaboración propia

Por ello, al aplicar la tecnología Blockchain se necesita que haya un consenso respecto a ciertas condiciones y que el sistema funcione correctamente. Por ejemplo, es necesario que:

- Todos los generales se comuniquen con todos los demás.
- Todo general debe saber a quién le envía la orden.
- Si hay una ausencia de mensaje en realidad hay una orden por defecto.
- Las órdenes deben ser escritas y firmadas.
- Los errores aleatorios se controlan mediante códigos de detección de errores.
- El sellado temporal confiable evita la duplicación de órdenes.

Así, con la resolución de este problema de los generales bizantinos, se establecieron las bases fundamentales para poder lograr el funcionamiento de las cadenas de bloques, y el elemento que hace que sean una forma fiable de hacer transacciones entre nodos no necesariamente fiables: todos los nodos participan y registran todas las transacciones.

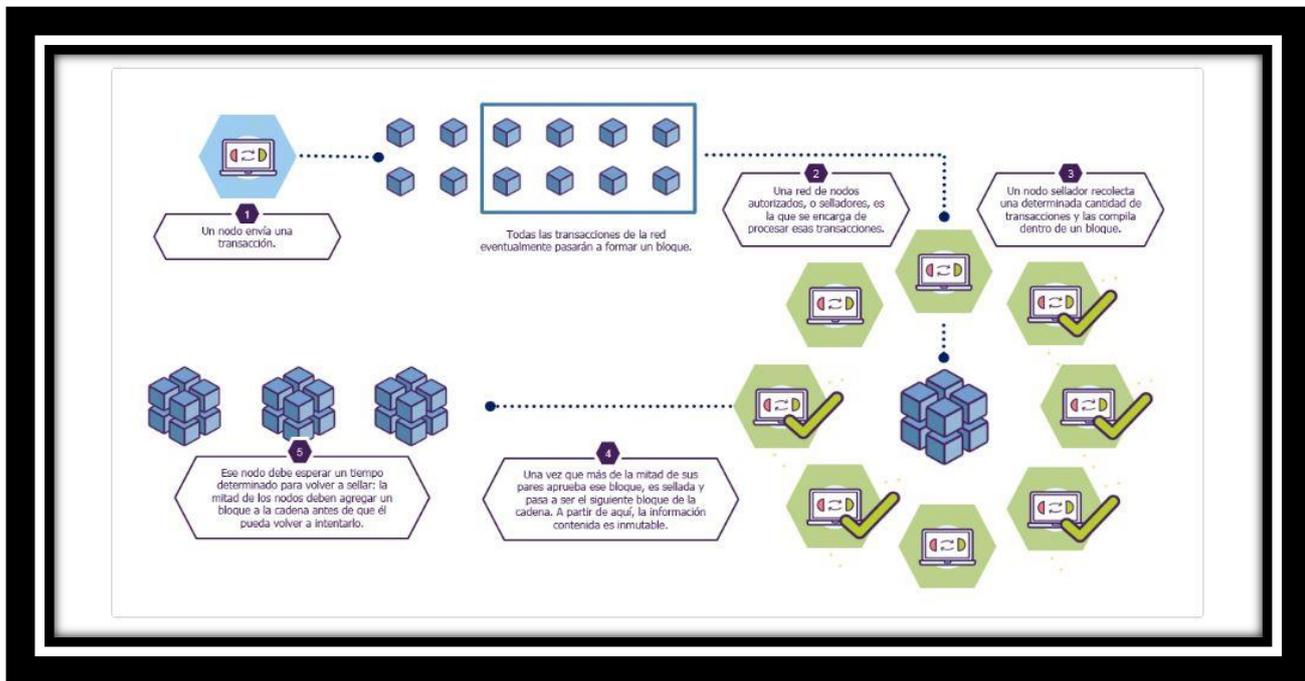
## 10.2 PROTOCOLOS DE CONSENSO<sup>17</sup>

El Protocolo de Consenso es el mecanismo que regula la forma en que los nodos que sellan bloques llegan a un acuerdo entre sí para poder hacerlo (e incorporar ese bloque a la cadena). Hay varias formas de llevarlo a cabo, las más importantes son:

### a) Proof of Work, o Prueba de Trabajo

Se caracteriza por ser la más común, en esta red todos los nodos son pares iguales y compiten entre todos para sellar un bloque antes que el resto y poder conseguir Criptomoneda a cambio. Para realizar esto, deben resolver un algoritmo complejo. El que primero logre hacerlo y pueda agregar un bloque a la cadena es el obtendrá esa recompensa (Criptomoneda). Pero para realizar ese trabajo se necesita un alto nivel de procesamiento, lo que se termina traduciendo en un mayor costo energético.

Figura 4: Prueba de Trabajo



Fuente: <https://bfa.ar/blockchain/protocolos-de-consenso>

<sup>17</sup> <https://ethereum.org/es/developers/docs/consensus-mechanisms/>

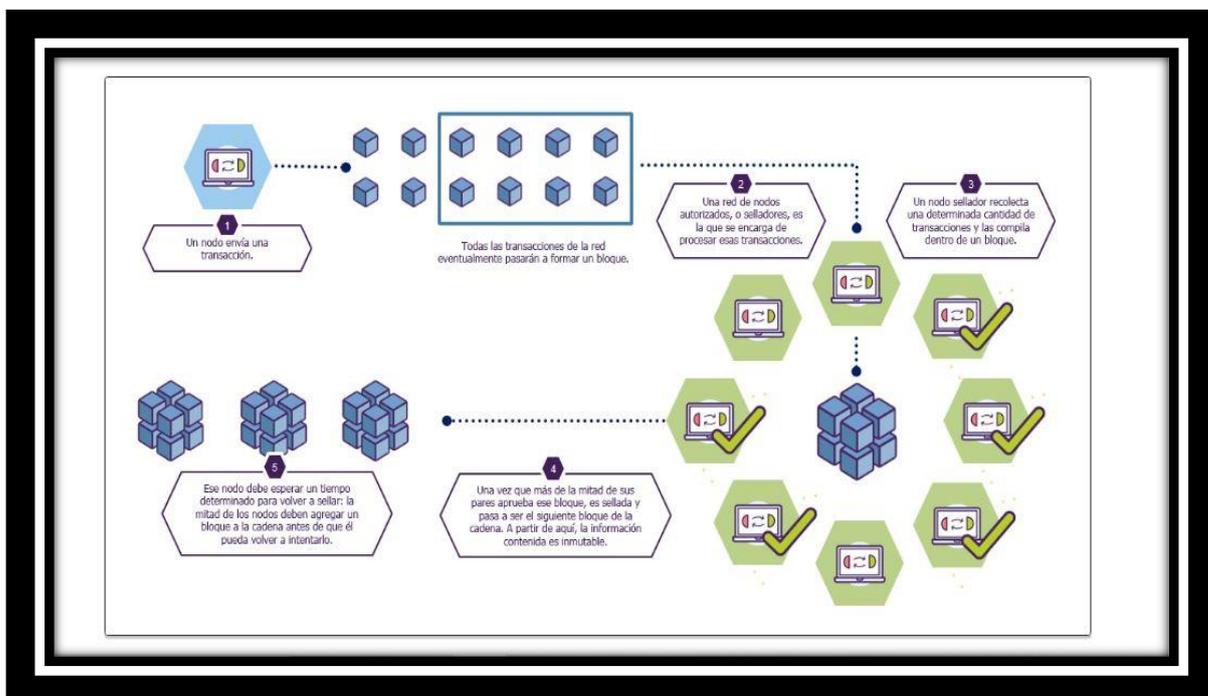
## b) Prueba de Autoridad

En este caso, solo hay una cantidad determinada de nodos que están autorizados a resolver el sellado de bloques. Porque este protocolo, no se basa en la competencia, sino en el hecho de que se grupo reducido que tiene permisos para agregar bloques a la cadena se turne para hacerlo.

Como aquí no hay necesidad de resolver algoritmos complejos, la cantidad de procesamiento es mínima. Por eso se considera a estos modelos como livianos y más eficientes en relación a consumo energético.

La otra gran característica es que generalmente en modelos de Prueba de Autoridad no hay circulación de Criptomonedas con valor económico, ya que en realidad no es necesaria una recompensa por esa participación.

Figura 5: Prueba de Autoridad



Fuente: <https://bfa.ar/blockchain/protocolos-de-consenso>

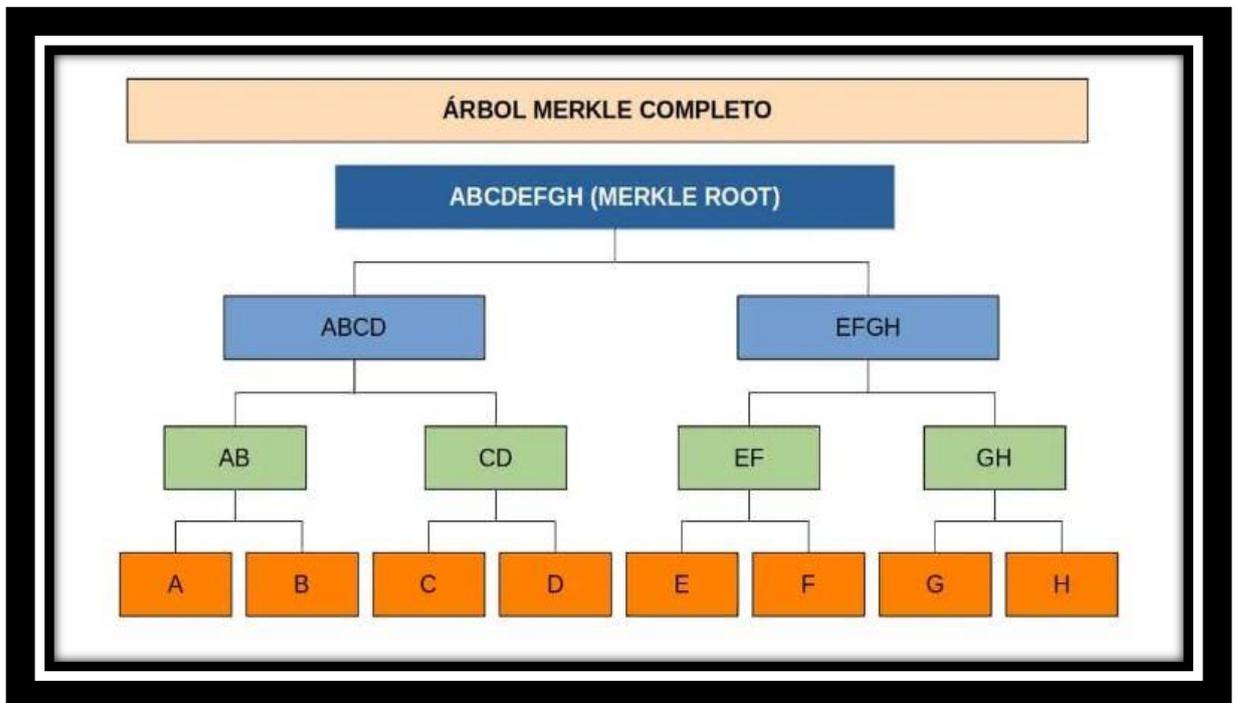
# 11. OTROS MECANISMOS DE SEGURIDAD QUE UTILIZA LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN

## 11.1 ÁRBOL DE MERKLE<sup>18</sup>

El árbol de Merkle, es una estructura creada con el objetivo de facilitar la verificación de datos organizados relacionando los mismos por medio de diversas técnicas criptográficas y de manejo de información. Donde cada conjunto de datos está marcado con un hash que lo identifica de forma particular y exclusiva. De esta forma, se puede relacionar cada set de datos y agruparlos junto con otro conjunto de datos, para que, en última instancia, estos generen un hash que resuma todos los datos globalmente.

Así, un el algoritmo, genera en forma rápida una estructura de datos en la cual cada uno de sus conjuntos (nodos hijos) se va agrupando en un conjunto de datos más grandes (nodos padres o ramas). Y todos estos grupos se relacionan a su vez con otros nodos padres hasta reunir a todos los datos del sistema. Como resultado se obtiene el llamado Merkle Root.

Figura 6: Árbol de Merkle



Fuente: <https://academy.bit2me.com/que-es-un-arbol-merkle/>

<sup>18</sup> <https://ethereum.org/en/whitepaper/#merkle-trees>

## **11.2 BENEFICIOS DE UTILIZAR UN ÁRBOL DE MERKLE**

Este mecanismo de seguridad genera las siguientes ventajas a la tecnología Blockchain. En primer lugar, asegura la consistencia de datos. En segundo lugar, requiere un menor espacio de memoria para realizar las validaciones de integridad. También, para esas validaciones, la cantidad de información transmitida a través de la red es mucho mejor. Por ello, ante una modificación de datos, solo requiere un recalcado parcial, ya que ofrecen una gran adaptabilidad y escalabilidad. Por eso son computacionalmente poco costosos y eficientes a la hora de crear, procesar y verificar información. Permitted diseccionar la información para hacer búsquedas de verificación más rápidas. Todo ello, sin comprometer la seguridad y trazabilidad de las transacciones que se realicen.

## 12. BLOCKCHAIN COMO HERRAMIENTA DE VALIDACIÓN E INVIOABILIDAD DE INFORMACIÓN

Conforme todo lo detallado anteriormente, la tecnología Blockchain es una forma validar información en forma inviolable, ya que no necesita intermediarios.

Figura 17: Smart Contracts código Solidity

```
/* Allow another contract to spend some tokens in your behalf */
function approve(address _spender, uint256 _value)
    returns (bool success) {
    allowance[msg.sender][_spender] = _value;
    return true;
}

/* Approve and then communicate the approved contract in a single tx */
function approveAndCall(address _spender, uint256 _value, bytes _extraData)
    returns (bool success) {
    tokenRecipient spender = tokenRecipient(_spender);
    if (approve(_spender, _value)) {
        spender.receiveApproval(msg.sender, _value, this, _extraData);
        return true;
    }
}

/* A contract attempts to get the coins */
function transferFrom(address _from, address _to, uint256 _value) returns (bool success) {
    if (balanceOf[_from] < _value) throw; // Check if the sender has enough
    if (balanceOf[_to] + _value < balanceOf[_to]) throw; // Check for overflows
    if (_value > allowance[_from][msg.sender]) throw; // Check allowance
    balanceOf[_from] -= _value; // Subtract from the sender
    balanceOf[_to] += _value; // Add the same to the recipient
    allowance[_from][msg.sender] -= _value;
    Transfer(_from, _to, _value);
    return true;
}

/* This unnamed function is called whenever someone tries to send ether to it */
function () {
    throw; // Prevents accidental sending of ether
}
```

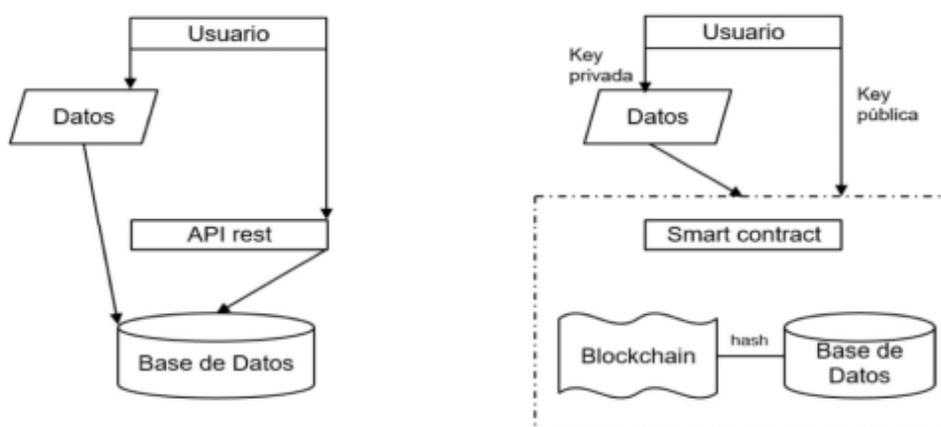
Fuente: <https://www.ethereum.org/token>

Por todo ello, hace que su potencial sea ilimitado a la hora de aplicarse a la trazabilidad en cadena de suministros.

En dicho proceso, participan múltiples actores que intercambian información continuamente, registrando eventos. Así, la mayor parte de los datos de cumplimiento e información es

auditada por terceros de confianza y se almacenan en papel o en una base de datos centralizada y se sabe que estos enfoques pueden sufrir muchos problemas, como contener errores, ser robados, modificados, etc. Es por ello, que la metodología actual que utiliza el Sistema Nacional De Trazabilidad otorga poca integridad a los datos otorgados por cada actor, con un alto costo e ineficiencia de los procesos sumado a eventuales problemas debido a errores humanos, manipulación de datos, etc. Por ello, la solución más viable parece ser el uso de tecnologías Blockchain debido a sus múltiples características que atenuarían los problemas señalados.

Figura 18: Arquitectura Blockchain vs sistema actual



Fuente: [https://bdigital.uncuyo.edu.ar/objetos\\_digitales](https://bdigital.uncuyo.edu.ar/objetos_digitales)

Esta arquitectura de manejo de los datos y validación que permite Blockchain puede ser aplicada a cualquier industria. Por ejemplo, a la para trazar productos agroalimentarios desde el cultivo hasta la distribución de los productos. En el marco de un sistema centralizado de trazabilidad, donde los miembros de la cadena de suministro confían en un centro de supervisión de la información para transferir y compartir su información. Permitiendo así, realizar en forma efectiva, el intercambio de información.

Así, el futuro de la ciberseguridad, sin duda, pasa por el uso del Blockchain. Ante la gran seguridad que brinda la tecnología. Permitiendo garantiza la seguridad de la identidad del usuario, la transacción de información y la protección de la infraestructura crítica. Siendo este un cambio de paradigma complejo y sofisticado. Ya que, desde el ámbito puramente técnico, como base de datos distribuida y “entrelazada”, el Blockchain es inviolable.

## **CAPITULO II SISTEMA DE TRAZABILIDAD DE MEDICAMENTOS EN ARGENTINA.**

Como mencione anteriormente, el 13 de noviembre de 2013 se sanciono la Ley 26.906<sup>19</sup> que creo y regula el régimen de trazabilidad y verificación de aptitud técnica de los productos médicos activos de salud en uso.

Dicha normativa, incluye a todos los productos médicos activos de los establecimientos de salud, públicos y privados, en todo el territorio Nacional.

### **2.1 DEFINICIONES Y ALCANCES DE LA LEY**

La ley en el artículo 3, establece las siguientes definiciones a partir de las cuales se estructura todo el sistema:

**1. Producto médico activo:** Se denomina así a cualquier producto médico cuyo funcionamiento depende de energía eléctrica o cualquier fuente de potencia distinta de la generada por el cuerpo humano o gravedad y que funciona por la conversión de esta energía. No se considerarán productos médicos activos, los productos médicos destinados a transmitir, sin provocar alteración significativa alguna, energía, sustancias u otros elementos de un producto médico activo al paciente.

**2. Trazabilidad:** Conjunto de acciones y procedimientos técnicos que permiten identificar y registrar cada producto médico activo en uso.

**3. Trazabilidad metrológica:** Propiedad del resultado de una medición por la cual ese resultado pueda estar relacionada a referencias determinadas, a través de una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones, cada una de las cuales contribuye a la certidumbre de la medida.

---

<sup>19</sup> <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/220000-224999/224109/norma.htm>

4. **Servicio de tecnología biomédica:** Encargado de gestionar en forma integral el parque tecnológico de productos médicos activos.

## **2.2 SISTEMA NACIONAL DE TRAZABILIDAD<sup>20</sup>**

Siendo el Ministerio de Salud la autoridad de aplicación se establece que este organismo debe definir el mecanismo de identificación, que permita la habilitación de los productos médicos activos en uso en los establecimientos de salud públicos y privados de nuestro país.

Por ello, dicha cartera ministerial delegó la función a la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica, ANMAT<sup>21</sup>.

### **2.2.1 STAKEHOLDERS DEL SISTEMA NACIONAL DE TRAZABILIDAD**

Todo el sistema se maneja por la web <http://anmat.servicios.pami.org.ar/>

Para poder operar con él se debe contar con un sistema y una base de datos para almacenar la información en el caso de operar vía Web Service o con una PC con conexión a internet en el caso de utilizar el sistema de envío manual. Para utilizar el Sistema de Trazabilidad se deberá configurar una resolución mínima de pantalla de 1024x768.

Los diferentes Stakeholders del actual sistema son:

#### **a) Laboratorios**

Son los establecimientos encargados de producción de medicamentos. Los mismos, deben estar identificados en Anmat mediante un GLN. (Global Location Number)<sup>22</sup>

---

<sup>20</sup> <https://www.argentina.gob.ar/anmat/regulados/sistema-nacional-de-trazabilidad>

<sup>21</sup> <https://www.argentina.gob.ar/anmat>

<sup>22</sup> <https://www.gs1.org/standards/id-keys/gln>

### **b) Distribuidor**

Son aquellas empresas que se dedican a la Distribución de medicamentos en el país. Las mismas, una vez registradas también requieren utilizar el GLN. (Global Location Number).

### **c) Operador Logístico**

Son las empresas que intervienen en una o varias fases de la cadena de suministro (aprovisionamiento, transporte, almacenaje y distribución) de medicamentos en todo el país.

Una vez registrados en forma correcta para poder operar Anmat les otorga un número de matrícula con el cual operan.

A su vez, dicho organismo, mensualmente publica un listado actualizado con todas las empresas matriculadas autorizadas a operar logísticamente con medicamentos. Ejemplo:

<https://www.argentina.gob.ar/anmat/regulados/medicamentos/otros-listados>

### **d) Droguerías**

Son establecimientos dedicados a la distribución de medicamentos por cuenta propia y al por mayor, en los términos de la Ley N° 17.565<sup>23</sup> y su normativa reglamentaria, o su equivalente en las normativas jurisdiccionales.

Las mismas, deben cumplir con los mismos requisitos que para ser Distribuidor y Operador Logístico y al igual que estos, se les asigna un número de matrícula.

---

<sup>23</sup> <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/15000-19999/19424/norma.htm>

### e) Farmacias

Además de tener que contar con un sistema y una base de datos, como todos los otros operadores del sistema, en este caso deben identificar el establecimiento con un CUFE<sup>24</sup> (Código de Ubicación Física de Establecimiento). El cual es proporcionado por Anmat.

### f) Establecimiento Asistencial

Son cualquier tipo de establecimiento, sea público o privado, dedicado al diagnóstico y/o tratamiento de pacientes, tales como hospitales, sanatorios, clínicas, etc.

### g) Persona

Son los usuarios finales que pueden verificar por ejemplo si el medicamento que se adquirió es apto para su uso.

Ello se hace en: <https://trazabilidad.pami.org.ar/trazamed/consultaMed.tz>

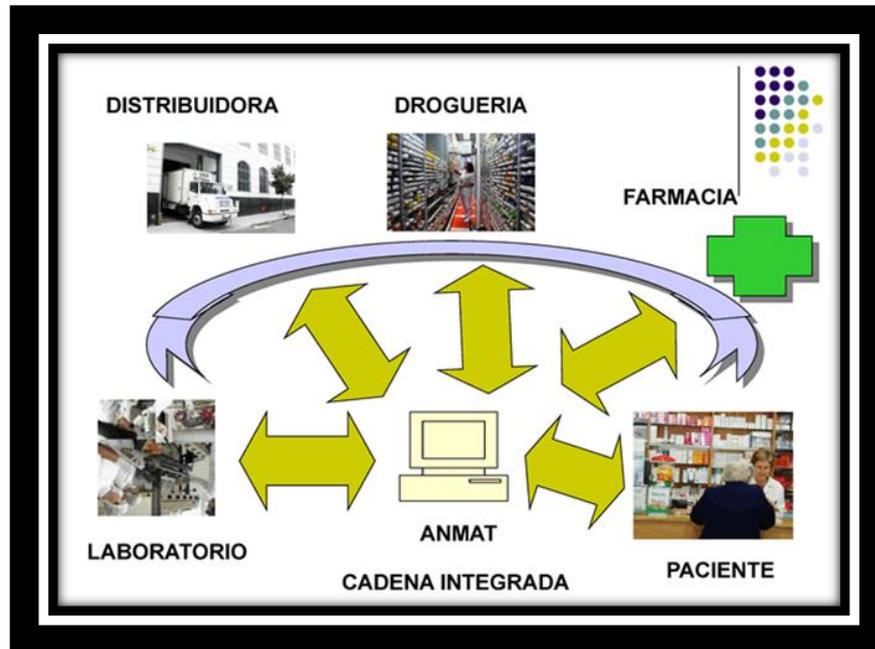
Figura 7: Sistema Nacional de Trazabilidad

The image shows a screenshot of the 'Sistema Nacional de Trazabilidad' web application. At the top, there are logos for PAMI (INSUIP) and anmat, followed by the title 'Sistema Nacional de TRAZABILIDAD' and the tagline 'Entorno Definitivo y Productivo. Informes de movimientos Reales.' Below this is a search interface. It features two input fields at the top: '\* GTIN:' and '\* Nro. Serie:'. Underneath is a section titled 'Datos personales' which contains several input fields: 'Apellido:', 'Nombres:', 'Tipo documento:' (with a dropdown arrow), 'Nro. documento:', 'Sexo:' (with a dropdown arrow), 'Email:', and 'Telefono:' (with a format '( )'). At the bottom of this section is an 'Observaciones:' field. A 'Buscar' button with a magnifying glass icon is positioned at the bottom center of the form area. A small note at the bottom left of the form area states '\* campos obligatorios'.

Fuente: <http://anmat.servicios.pami.org.ar/>

<sup>24</sup> <http://colfarn.org.ar/files/trazabilidad%20-%20instructivo%20de%20registro%20farmacias.pdf>

Figura 8: Sistema Nacional de Trazabilidad esquema actual



Fuente: [https://www.cofatuc.org.ar/nov\\_trazabilidad\\_que\\_es.php](https://www.cofatuc.org.ar/nov_trazabilidad_que_es.php)

2.2.2 Movimientos logísticos que deben ser informados por los operadores del sistema obligatoriamente:

- Distribución del producto a un eslabón posterior
- Recepción de producto desde un eslabón anterior
- Envío traslado entre depósitos propios
- Recepción traslado entre depósitos propios
- Envío de producto en carácter devolución
- Recepción de producto en carácter de devolución
- Producto robado/extraviado
- Muestra medica
- Producto destinado a ensayo clínico
- Producto destinado a exportación
- Envío de producto en carácter devolución por vencimiento
- Recepción de producto en carácter de devolución por vencimiento
- Envío de producto en carácter devolución por prohibición

- Recepción de producto en carácter de devolución por prohibición
- Destrucción de medicamento por prohibición
- Destrucción de medicamento por vencimiento
- Levantamiento de cuarentena
- Envío de mercadería en carácter de cuarentena

2.2.3 Información que obligatoriamente debe ser transmitida mediante el Sistema Nacional de Trazabilidad por los operadores:

- CODIGO DE EVENTO: Código de Evento
- CODIGO COMERCIAL DE PRODUCTO GTIN: Código Global Trade Item Number.
- NUMERO DE SERIE: Número de serie de producción.
- NUMERO DE LOTE: Número de lote de producto.
- VENCIMIENTO: Fecha de vencimiento de producto.
- CODIGO ORIGEN: Código de identificación de origen. En general: Código GLN
- CUIT ORIGEN: Código Único de Identificación Tributaria de Facturación/Remito.
- CODIGO DESTINO: Código de identificación de origen. En general: Código GLN
- CUIT DESTINO: Código Único de Identificación Tributaria de Facturación/Remito.
- FECHA y HORA DE TRANSACCION: Fecha y hora del evento.
- NUMERO DE FACTURA Y REMITO

### **2.2.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS MEDICAMENTOS**

Par que un conforme la siguiente imagen, podemos ver como se identifica un medicamento para cumplir con todos los requisitos de la Ley 26.906.

Figura 9: Identificación de medicamentos en Argentina



Fuente: <http://colfarma.info/colfarchascomus/que-informacion-debe-tener-la-caja-de-un-medicamento/>

- 1- Nombre Comercial: el nombre con el que el laboratorio comercializa el medicamento
- 2- Nombre Genérico de la droga o especialidad medicinal, que es obligatorio desde el año 2002, cuando se sancionó la Ley 25.649 de Prescripción de Medicamentos por su Nombre Genérico. El objetivo es que el paciente tenga la posibilidad de elegir la marca o el laboratorio que le resulte más conveniente.
- 3- Concentración de la droga
- 4- Nombre del laboratorio que elaboró el medicamento

5- Fórmula: descripción cuantitativa y cualitativa de todos los componentes que contiene el medicamento. Esto es clave para que el farmacéutico pueda advertirte si está contraindicado para alguna enfermedad o alergia que tengas, por ejemplo.

6- Lote y fecha de vencimiento: el Lote es una combinación distintiva de números y/o letras que identifica inequívocamente una partida de medicamentos, tanto en el rótulo como en los certificados de los análisis correspondientes realizados por ANMAT. Y la fecha de vencimiento establece la caducidad del medicamento, después del cual ya no puedes consumirlo.

7- Datos del Laboratorio: es obligatorio que aparezcan datos completos de la empresa titular, sea como elaborador y/o importador del medicamento. Razón Social, Domicilio Legal, Nro. de Certificado de autorización.

8- El troquel: es la parte del envase (un cartón en las cajas o una etiqueta en otros envases) que se extrae cuando el paciente compra un medicamento con obra social y se envía adjunto con la receta para solicitar el reintegro. Allí se identifica al medicamento con un Número y un código de barras.

9- Presentación: descripción de la cantidad de comprimidos o ml que trae el envase, y se especifica si es de venta libre o con receta archivada.

10- Condiciones de conservación: se especifica en caso de que la medicina requiera condiciones de conservación específica, como temperatura, heladera, etc.

A ello, hay que sumarle que algunos medicamentos pueden llevar además un código de identificación unívoco de 13 dígitos que se llama GTIN (Global Trade Item Number) y se utiliza en todo el mundo como una medida de seguridad adicional que tiene como objetivo rastrear el origen y el traslado del medicamento hasta su dispensación en la farmacia.



Figura 11: Anmat página web servicios



Fuente: [www.anmat.gov.ar](http://www.anmat.gov.ar)

Después de registrarse con el usuario y contraseña se puede escanear el código del medicamento con un lector y registrar la novedad en el sistema. Ej. que el medicamento fue vendido a un consumidor final.

### 3. MEDICAMENTOS ADULTERADOS EN ARGENTINA Y EL MUNDO.

#### 3.1 FALSIFICACIÓN DE MEDICAMENTOS EN LA LEGISLACIÓN ARGENTINA.

La falsificación de medicamentos, es un delito reprimido por el código penal<sup>25</sup> ya que el mismo atenta contra la salud pública. Específicamente, está sancionado en:

<sup>25</sup> <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/155000-159999/159680/norma.htm>

- ARTICULO 200. - Será reprimido con reclusión o prisión de TRES (3) a DIEZ (10) años y multa de PESOS DIEZ MIL (\$ 10.000) a PESOS DOSCIENTOS MIL (\$ 200.000), el que envenenare, adulterare o falsificare de un modo peligroso para la salud, aguas potables o sustancias alimenticias o medicinales destinadas al uso público o al consumo de una colectividad de personas.
- ARTICULO 201. -Las penas del artículo precedente se aplicarán al que vendiere, pusiere en venta, suministrare, distribuyere o almacenare con fines de comercialización aguas potables, sustancias alimenticias o medicinales o mercaderías peligrosas para la salud, disimulando su carácter nocivo.

Asimismo, la ley 16.463<sup>26</sup> prohíbe la venta de medicamentos por internet. En su art. 19, ha establecido que “toda forma de anuncio al público de los productos cuyo expendio sólo haya sido autorizado bajo receta”.

Ello se complementa con la Disposición N° 4980/2005 de la ANMAT<sup>27</sup>, que en su art. 17 del anexo II ha establecido que Internet no podrá utilizarse como un mecanismo de venta directa de especialidades medicinales y medicamentos fitoterápicos de venta libre.

Aunque es difícil calcular la tasa de medicamentos falsificados, los estimativos van desde un 2-4% hasta un 5-10% mundialmente, con variaciones importantes entre países. Muchos expertos estiman que las tasas son del 1% o más bajas en países desarrollados y entre un 10% y un 30% en los países en vías de desarrollo.

McKinsey & Company “Fuerza en la unidad: La promesa de los estándares globales en el cuidado de la salud, octubre 2012”

### **3.2 INTERPOL**

La Organización Internacional de Policía Criminal<sup>28</sup> es la mayor organización de policía internacional, con 194 países miembros, por lo cual es una de las organizaciones

<sup>26</sup> <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/20000-24999/20414/norma.htm>

<sup>27</sup> [http://www.anmat.gov.ar/webanmat/Legislacion/NormasGenerales/Disposicion\\_ANMAT\\_4980-2005.pdf](http://www.anmat.gov.ar/webanmat/Legislacion/NormasGenerales/Disposicion_ANMAT_4980-2005.pdf)

<sup>28</sup> <https://www.interpol.int/es/Quienes-somos/Que-es-INTERPOL>

internacionales más grandes del mundo es un eslabón fundamental en la lucha contra la falsificación de medicamentos. Ya que normalmente, es un delito transnacional, que afecta a numerosos países.

Dicho ente, recomienda a la hora de adquirir un medicamento, tener en cuenta la regla de “las seis Pes”<sup>29</sup>, a saber:

- Plaza  
Consiste en no adquirir medicamentos en sitios web. Sino, solamente comprarles a proveedores autorizados como farmacias.
- Prescripción  
Hace referencia a comprar solamente medicamentos que hayan sido recetados por un profesional médico.
- Promesas  
Desconfiar de las promesas mágicas para resolver problemas.
- Precio  
Consiste en verificar el precio del producto que estamos por adquirir, si el mismo es mucho más barato, es que probable que sea falso.
- Privacidad  
No facilite datos personales a sitios web o intermediarios ya que se han hallado vínculos entre el comercio de productos médicos falsos con la utilización fraudulenta de datos de tarjetas de crédito y la usurpación de identidad.
- Producto – Compare los fármacos con los que le son recetados habitualmente. Un medicamento es falso:  
si tiene menos o más componentes que el medicamento habitual, o si estos son distintos; si en el prospecto se indican otras propiedades o efectos secundarios;

---

<sup>29</sup> <https://www.interpol.int/es/Delitos/Productos-ilegales/Compre-de-forma-segura/Medicamentos-falsos>

si el tamaño, la forma, el sabor o el color son diferentes; etc. Ello se puede hacer ingresando en <https://trazabilidad.pami.org.ar/trazamed/consultaMed.tz>

## **CAPÍTULO III. EXPERIENCIA INTERNACIONAL EN EL USO DE LA TECNOLOGÍA**

En materia de Smart Contracts hay numerosas experiencias internacionales, por ejemplo:

### **1) BLOCKCHAIN PARA DONACIONES**

#### **a) BLOCKCHAIN FOR SOCIAL IMPACT COALITION (BSIC)<sup>30</sup>**

Es una organización sin fines de lucro que desarrolla y colabora en productos y soluciones Blockchain para abordar los desafíos sociales y ambientales en los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. Además de realizar eventos y capacitaciones, tiene por misión realizar investigaciones y publicaciones sobre estudios de casos de Blockchain.

#### **b) ALICE<sup>31</sup>**

Alice es una plataforma de financiamiento social y gestión del impacto construida sobre el Blockchain del Ethereum. La plataforma incentiva a las organizaciones sociales (organizaciones benéficas, ONG, empresas sociales) a ejecutar los proyectos de manera transparente, asegurándose de que se les paga más cuando logran sus objetivos.

#### **c) MEDICALCHAIN<sup>32</sup>**

Medicalchain aprovecha la tecnología Blockchain para almacenar de forma segura los registros de salud y mantener una única versión de la verdad. Diferentes partes, como médicos, hospitales, laboratorios, farmacéuticos y aseguradoras de salud, pueden solicitar permiso para acceder a los registros de los pacientes con el fin de cumplir con su propósito y registrar las transacciones en el registro mayor distribuido.

---

<sup>30</sup> <https://blockchainforsocialimpact.com/>

<sup>31</sup> <https://alice.si/>

<sup>32</sup> <https://medicalchain.com/en/>

#### **d) PROGRAMA MUNDIAL DE ALIMENTOS DE LAS NACIONES UNIDAS (PMA)<sup>33</sup>**

Mediante la aplicación de tecnología Blockchain tiene por objetivo reducir los costos de pagos, proteger mejor los datos de los beneficiarios, controlar riesgos financieros y responder más rápidamente a las emergencias. Se empezó a utilizar en el campamento de Azraq, Jordania para pagar los alimentos de los refugiados en 2017.

#### **e) SONY PARA LA EDUCACIÓN**

Sony Global Education<sup>34</sup> utiliza la tecnología Blockchain a través de Hyperledger<sup>35</sup> para el campo educativo y permitirá el intercambio abierto y seguro de la competencia académica y los registros de progreso. Así, por ejemplo, después de hacer un examen para demostrar el nivel de competencia académica, una persona podría ordenar a la organización que realiza la evaluación que comparta los resultados de la prueba con una o más organizaciones externas y esto podría ser difundido en todo el sistema.

El objetivo de Sony Global Education es proporcionar una gama de servicios unificadores y no tradicionales que inspiran la pasión por el aprendizaje en todo el mundo y que ofrecen la oportunidad de actuar sobre esta pasión y crear una nueva infraestructura educativa para una sociedad conectada.

#### **f) TREES.ORG<sup>36</sup>**

Es una ONG que tiene como misión trabajar con familias de agricultores para plantar árboles y cambiar vidas en cinco países del África subsahariana. En total, atienden actualmente a unas 3.000 familias de Camerún, Kenia, Senegal, Uganda, Guinea y Tanzania. A fin de darle trazabilidad y credibilidad a las donaciones crearon una plataforma en donde las donaciones

---

<sup>33</sup> <https://es.wfp.org/financiamiento-y-donantes>

<sup>34</sup> <https://blockchain.sonyged.com/>

<sup>35</sup> <https://www.hyperledger.org/>

<sup>36</sup> Trees.org, <https://trees.org/>

son enviadas de manera automática con la implementación de Smart Contracts desarrollado sobre la Blockchain de Ethereum.

## 2) BLOCKCHAIN PARA VIDEOJUEGOS

### a) CRYPTOKITTIES<sup>37</sup> Y SIMILARES

En el año 2017 se lanzó al mercado “Criptokitties”, un juego de mascotas virtuales similar a los antiguos juguetes tamakochi. que utilizando tecnología Blockchain permite crear un gatito virtual, donde cada uno es una pieza única, que no puede ser eliminada pero que, si se reproduce con otro de su especie, como en la vida real. Fue furor en China y desde entonces ha generado más de 12 millones de dólares en transacciones.

### b) ACERTIJOS Y RECOMPENSAS

El juego MonteCrypto: The Bitcoin Enigma <sup>38</sup>, se vende a razón de 1,99 euros y entregaba un Bitcoin a aquella persona que complete antes que nadie todos los puzles que proponía. El mismo está desarrollado en Ethereum por la empresa Engadget

## 3) BLOCKCHAIN PARA REGISTROS PÚBLICOS

La empresa BenBen<sup>39</sup> está construyendo un registro de tierras en Ghana para ayudar asegurar los derechos de propiedad de los ciudadanos de ese país.

Utilizando la tecnología Blockchain proporcionada pretende construir un registro de la propiedad y un historial de transacciones que se pueda verificar. BigchainDB<sup>40</sup> cuyas características principales son:

---

<sup>37</sup> <https://www.cryptokitties.co/>

<sup>38</sup> <https://www.engadget.com/es-2018-02-16-juego-2-dolares-premiara-1-bitcoin-si-superas-puzle.html>

<sup>39</sup> <http://www.benben.com.gh/>, <https://www.bigchaindb.com/usecases/government/benben/>

<sup>40</sup> <https://www.bigchaindb.com/>

- \* Proporciona una base de datos accesible a nivel mundial para almacenar títulos de propiedad y transacciones.
- \* Otorga gran capacidad y rendimiento para millones de registros
- \* Inmutabilidad de datos que aporta confianza y auditabilidad a los registros
- \* Tecnología de consulta que permite una rápida recuperación de los historiales de transacciones.
- \* Interoperabilidad, para almacenar archivos y medios de gran tamaño

#### **4) BLOCKCHAIN Y LA PESCA**

La plataforma Earth Twine-Stratis<sup>41</sup> creó el primer sistema de Block Chain dedicado a la industria pesquera. Su idea es establecer tokens y aplicaciones distintas y dedicadas para integrar la solución global de seguimiento de productos de mar prometiendo transformar toda la industria pesquera (que es la segunda mercancía comercializada en el mundo), introduciendo niveles sin precedentes de confianza y colaboración aumentando la productividad y la sostenibilidad.

#### **5) EY (ERNST & YOUNG)<sup>42</sup>**

Ha lanzado Insurwave<sup>43</sup> que es un ecosistema Blockchain desarrollado en conjunto con la compañía de software Guardtime<sup>44</sup>, la cual apoya sus fuertes en la plataforma informática de nivel empresarial de Microsoft, Azure<sup>45</sup>. Creando así, una nueva plataforma en Blockchain que automatiza el proceso del seguro para satisfacer las necesidades de todas las partes interesadas.

---

<sup>41</sup> [https://www.stratisplatform.com/2017/08/17/worlds\\_first\\_seafood\\_dedicated\\_blockchain/](https://www.stratisplatform.com/2017/08/17/worlds_first_seafood_dedicated_blockchain/)

<sup>42</sup> <https://www.ey.com/>

<sup>43</sup> <https://insurwave.com/>

<sup>44</sup> <https://guardtime.com/>

<sup>45</sup> <https://azure.microsoft.com/>

Ejemplo en envíos, riesgos, responsabilidades, seguros, garantizando la transparencia del sistema con una red de clientes interconectados.

Conviene destacar que según Ernst & Young, en el futuro, tiene fijado extender la aplicación a otros tipos de seguros comerciales, incluyendo logística global, aviación y energía eléctrica.

Actualmente, la firma está trabajando con IBM para adoptar una plataforma de digitalización de comercio global basada en la Blockchain de Hyperledger Fabric 1.0, con el fin de registrar y llevar a cabo transacciones de información de carga a lo largo de las cadenas de suministros de los envíos globales.

## **6) MAERSK LINE<sup>46</sup>**

Es una empresa de transporte de contenedores que está en carrera para simplificar sus procesos mediante mecanismos de Blockchain.<sup>47</sup> Así, la tecnología del Blockchain aplicada a la industria del transporte y logística evita por ejemplo alteraciones, falsificaciones de documentos, minimiza la emisión de estos en papel, simplifica y da eficacia al sistema.

## **7) BLOCKCHAIN PARA LA TRAZABILIDAD DE MEDICAMENTOS.**

En Francia, la empresa Blockpharma<sup>48</sup> mediante el uso de tecnología Blockchain desarrollo una solución para combatir los medicamentos falsificados (alrededor del 10% del volumen global según la OMS<sup>49</sup>; hasta el 70% en algunos países, especialmente en África) y lograr así trazar su cadena de suministro.

Así, cada caja de medicamentos producida se registra en la cadena de bloques (su contenido no lo está; depende de los fabricantes asegurar el empaque) y se puede rastrear hasta que llega

---

<sup>46</sup> MAERSK LINE, <https://www.maersk.com/>

<sup>47</sup> MAERSK LINE, <https://www.maersk.com/news/articles/2019/07/02/hapag-lloyd-and-ocean-network-express-join-tradelens>

<sup>48</sup> <https://www.blockpharma.com/>

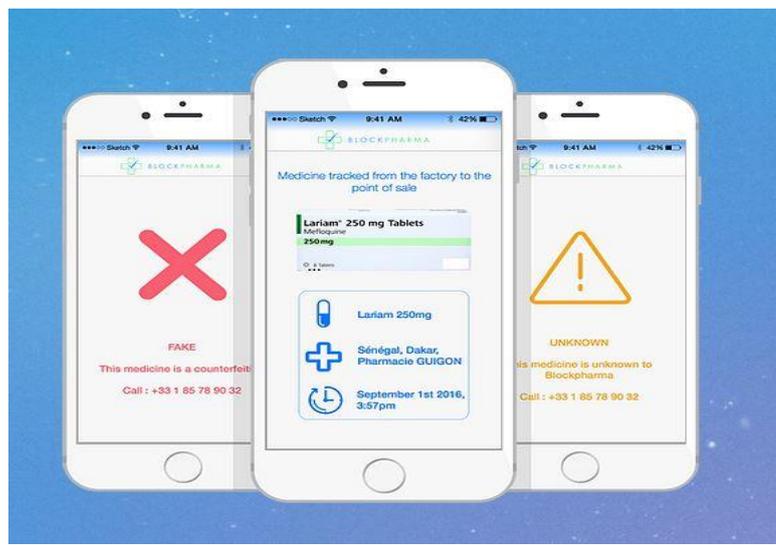
<sup>49</sup> Oms, <https://www.who.int/es/news/item/28-11-2017-1-in-10-medical-products-in-developing-countries-is-substandard-or-falsified>

al consumidor. La solución interactúa, a través de API, con los laboratorios e intermediarios de ERP en la cadena de suministro. Lo que implica el uso de una cadena de bloques privada.

También, la startup desarrolló una aplicación móvil mediante la cual el consumidor puede verificar instantáneamente la autenticidad de la caja del medicamento que está comprando.

La solución de Blockpharma fue desarrollada por la empresa Crystalchain. La misma desarrolla sistemas de trazabilidad para medicamentos los cuales se identifican con un código QR que se imprime en la caja del producto y permite trazar toda la cadena. Permitiendo así, poder ver en forma inmediata cuál es el estado del medicamento.

Figura 12: Blockpharma app



<https://www.blockpharma.com/>

Dicha plataforma permite que cada laboratorio que quiere trazar su cadena de suministro, se registre en Blockpharma y de esta forma un grupo de actores del mismo sector colaboran compartiendo sus datos preservando su confidencialidad, replicando todos los datos en los distintos nodos de la red, lo que evita la creación de puntos únicos de falla.

La solución Blockpharma interactúa con los sistemas de información de los actores de la cadena de suministro y, por lo tanto, garantiza la trazabilidad a lo largo de la cadena de distribución.

Crystalchain presidido la comisión francesa del comité técnico de la cadena de bloques de ISO desde 2016

## **8) IBM BLOCKCHAIN<sup>50</sup>**

La solución IBM Blockchain Transparent Supply proporciona una plataforma Blockchain que permite a las empresas construir su propio ecosistema de intercambio de datos con socios confiables de la cadena de suministro.

De esta manera permiten autenticar el origen de los productos permitiéndose conocer todo el proceso de producción de un artículo a través de datos de Blockchain con permisos.

También, permite rastrear el inventario de toda la cadena de suministro en tiempo real y optimizaciones con reabastecimientos automáticos, mejorando así todo el proceso.

Por último, permite obtener visibilidad end-to-end para reducir costos administrativos, resolver conflictos que surjan garantizando la calidad y eficiencia del proceso.

---

<sup>50</sup> <https://www.ibm.com/ar-es/blockchain/solutions/transparent-supply>

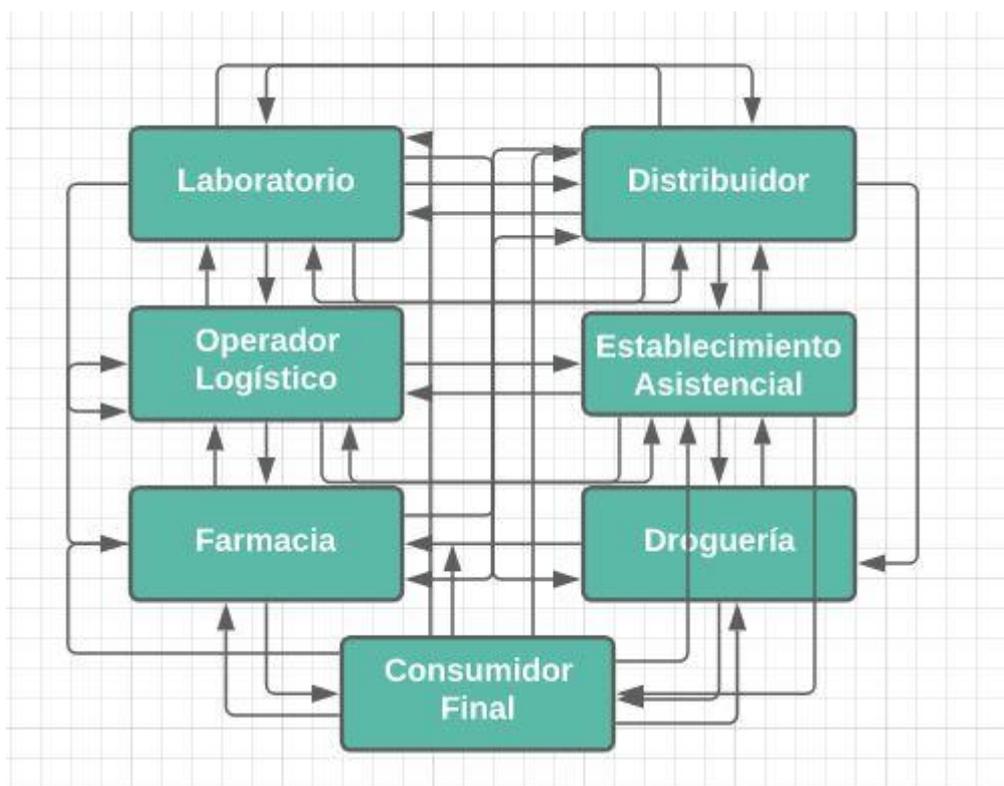
## CAPITULO IV. IMPLEMENTACIÓN DE BLOCKCHAIN PARA TRAZAR MEDICAMENTOS EN ARGENTINA

### 1 APLICACIÓN DE BLOCKCHAIN AL SISTEMA NACIONAL DE TRAZABILIDAD DE MEDICAMENTOS.

#### 1.1 DESARROLLO DE LA PLATAFORMA.

Para poder aplicar esta tecnología es necesario desarrollar una aplicación en Ethereum la cual contará con los siguientes nodos, los cuales permitirán intercambiar información en tiempo real.

Figura 13: Arquitectura Blockchain aplicado al Sist. Nacional de Trazabilidad Argentino



Fuente: Elaboración propia

### 1.1.1 INGRESO DE LA INFORMACIÓN AL SISTEMA.

Cada vez que el laboratorio produce un nuevo medicamento, deberá ingresar la información al sistema. Con todos los datos como ocurre actualmente. Solamente que estos en vez de ser almacenados en una simple base de datos, serán alojados en Ethereum.

Asimismo, el medicamento se identificará físicamente con un código QR que se imprimirá en el envase del mismo.

Figura 14: identificación de medicamentos en Argentina



Fuente: <https://www.ignacioonline.com.ar/los-remedios-pasan-del-troquel-a-un-nuevo-codigo-seriado/>

## 1.2 LECTURA DEL QR – ACCESO A LA INFORMACIÓN

La información que contienen los códigos QR puede ser leída de dos formas:

### 1) MEDIANTE EL USO UN ESCÁNER DE MANO

Mediante el uso de una lectora Gryphon GD4400 2D de la marca Datalogic<sup>51</sup>. Capaz de detectar los movimientos del operador y automáticamente cambia al modo de lectura deseado. La misma es de fácil uso y tiene un costo aproximado de \$25.000 pesos en el mercado. Por lo tanto, es una tecnología barata y sencilla de adoptar por los diferentes Stakeholders del sistema.

Figura 15: Valor lector código de barras



Nuevo | 11 vendidos

**Lector Código De Barras Qr  
Gryphon Gd4400 Datalogic  
2d** 

**\$ 22.500**  
en 12x \$ 3.190<sup>69</sup>

[Ver los medios de pago](#)

 **Llega gratis mañana**  
Solo en CABA y zonas de GBA  
Comprando dentro de las próximas 3 h 9 min  
Beneficio Mercado Puntos  
[Ver más formas de entrega](#)

 **Devolución gratis**  
Tenés 30 días desde que lo recibis.  
[Conocer más](#)

Fuente: [https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-860770608-lector-codigo-de-barras-qr-gryphon-gd4400-datalogic-2d-\\_JM](https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-860770608-lector-codigo-de-barras-qr-gryphon-gd4400-datalogic-2d-_JM)

<sup>51</sup> <https://www.datalogic.com/esp/automatic-data-capture/lectores-de-mano-pc-3.html>

## 2) MEDIANTE EL USO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL

En este caso, será necesario desarrollar una aplicación web móvil que permita leer el código QR y conectarse a la red de Ethereum.

Figura 16: Código QR



Fuente: imagen ilustrativa Pinterest

También es necesario señalar que actualmente en el mercado existen numerosas aplicaciones que se podrían utilizar, por ejemplo:

### 1) ALL-IN-1 QR<sup>52</sup>

Es una aplicación móvil muy sencilla de utilizar, que realiza escaneos instantáneos y además no requiere conexión a internet. También permite utilizar la linterna del móvil para tener una mayor calidad en el escaneo y, asimismo, guarda un historial de las lecturas que se hayan realizado. Es gratuita y disponible en tiendas Android y IOS.

---

<sup>52</sup> <https://play.google.com/store/apps/details?id=app.qrcode>

## 2) BLOCKCHAIN WALLET<sup>53</sup>

La organización Blockchain.com también ha desarrollado la billetera Blockchain Wallet: Buy Bitcoin, mediante la cual permite realizar todo tipo de transacciones con la tecnología. Desde compra de monedas, hasta intercambio de información. También, es gratuita y está disponible en tiendas Android y IOS para celulares.

### 1.3 ACCESO A LA INFORMACIÓN DE ACUERDO AL NIVEL DEL JERÁRQUICO

Considerando la magnitud del tema, ya que el estado indefectiblemente debe velar por el cumplimiento de la normativa vigente garantizando el derecho a la salud, será necesario que el acceso a la información del sistema este segmentado de acuerdo a los siguientes niveles:

#### a) USUARIO

Tiene acceso a la Lectura de la información del medicamento que tiene en su poder. Pudiendo consultar así, por ejemplo:

- Código deteriorado/destruido.
- Envío y recepción de productos en carácter de devolución.
- Distribución del producto a un eslabón posterior y recepción del producto desde un eslabón anterior.
- Envío y recepción de productos entre depósitos propios.
- Envío y recepción de productos en cuarentena.
- Producto destinado a ensayo clínico.
- Producto destinado a exportación.
- Producto robado/extraviado.
- Dispensación del producto al paciente.
- Levantamiento de cuarentena o destinado a muestra médica.

---

<sup>53</sup> <https://www.blockchain.com/es/wallet/android-app>

## **b) AGENTE**

Tienen este nivel empleados de los diferentes Stakeholders del proceso, que realizan la carga de la información y de las novedades respecto al medicamento y a su vez pueden leer la información del nivel Usuario.

Para poder trabajar con este sistema, actualmente se debe realizar un curso y aprobarlo. El mismo es impartido por la Federación Argentina de Cámaras de Farmacias.<sup>54</sup>

## **c) SUPERVISOR**

Es el personal con el nivel jerárquico más alto, siendo responsable a nivel empresa de los datos ingresados por los Agentes al sistema. Ejemplo el Gerente de una droguería.

## **2) DESARROLLO DEL SISTEMA NACIONAL DE TRAZABILIDAD EN ETHEREUM.**

### **2.1 DAPP**

Las Dapp<sup>55</sup>, son aplicaciones descentralizadas que funcionan en un sistema de computación distribuido. En Ethereum se pueden desarrollar todas las aplicaciones descentralizadas que necesitemos de manera simple y robusta.

Desarrollar el Sistema Nacional de Trazabilidad de Ethereum, traería ventajas como por ejemplo una vez instalado en Ethereum, el código Dapp no se puede eliminar, es inmutable. Lo cual, garantiza que el Sistema de Trazabilidad, podría continuar a lo largo del tiempo. Tras su desarrollo e implementación, no puede modificarse.

A ello hay que sumarle, el respaldoado por criptografía que garantiza que los atacantes no puedan forjar transacciones e interacciones con Dapp en usuarios no habilitados.

---

<sup>54</sup> <https://www.facaf.org.ar/noticias/capacitacion/>

<sup>55</sup> <https://ethereum.org/es/dapps/#what-are-dapps>

Así, las aplicaciones tienen su código de backend (contratos inteligentes) ejecutándose en una red descentralizada y no en un servidor centralizado. Utilizando el Blockchain de Ethereum para el almacenamiento de datos y contratos inteligentes para su lógica de aplicaciones.

## **2.2 CONTRATOS INTELIGENTES**

Conforme se define en la documentación oficial de Ethereum, los Smart Contracts son un programa que se ejecuta en la Blockchain de Ethereum. Se trata de un grupo de código (sus funciones) y datos (su estado) que existe en una dirección específica en la Blockchain de Ethereum<sup>56</sup>.

Los contratos inteligentes son un tipo de cuenta de Ethereum. Esto significa que tienen un saldo y pueden enviar transacciones por la red. Sin embargo, no están controlados por un usuario, sino que están implementados en la red y se ejecutan como se hayan programado en forma autónoma. Sin intermediarios.

En este caso, una vez que la información es ingresada al sistema nacional de trazabilidad, por el agente habilitado para ello, por ejemplo, un laboratorio. Se ha creado un registro, que hace referencia a un medicamento identificable con todas sus características. Y podemos saber exactamente en qué lugar de la cadena de suministro se encuentra y en qué condiciones.

Asimismo, si el medicamento tuviera un plazo de vencimiento, el mismo sería ingresado por el Agente del laboratorio. Una vez transcurrido dicho periodo, el producto figuraría como “Vencido” en el sistema y no podría ser comercializado o pasar de etapa. Es decir, que ese registro automáticamente, quedaría dado de baja para su uso.

---

<sup>56</sup> <https://ethereum.org/es/developers/docs/smart-contracts/anatomy/#top>

## **2.3 MÁQUINA VIRTUAL DE ETHEREUM (EVM)**

Ethereum, define a la EVM <sup>57</sup> como la encargada de brindar el servicio de Blockchain para Ethereum en donde se ejecutan los contratos inteligentes. Su principal característica, es que permite almacenar y ejecutar ordenes programadas en los mismos funcionando como una gran computadora descentralizada que es capaz puede resolver casi cualquier problema computacional y todo esto ocurre dentro de la misma red.

La EVM fue desarrollada son Gavin Woods<sup>58</sup> y Greg Colvin<sup>59</sup> y pertenece a la fundación Ethereum.

Este sistema permite que los Smart Contracts, sean completamente descentralizados y distribuidos. Por lo que no requieren de la participación alguna de terceros. Ni pueden ser modificadas ni alteradas.

## **2.4 QUÉ LIMITACIONES O PROBLEMAS GENERA LA TECNOLOGÍA UTILIZADA?**

Es posible que pueda llegar a haber dificultades a la hora de Implementar Blockchain, ya que la misma es una tecnología disruptiva, por ello es necesario que pase algún tiempo para poder establecer todos los protocolos esenciales para su buen funcionamiento. Así, es un principio se podría incurrir en errores.

También pueden darse ineficiencias, ya que a pesar de que el proceso no necesita a intermediarios, esto no significa que sea completamente eficiente. Como es sabido, éste opera con una red de usuarios y cada uno de ellos tiene que confirmar la información dentro de un bloque. Esto se traducirá en decenas o cientos de usuarios a realizar las mismas acciones para obtener un solo resultado. Dando lugar a eventuales ineficiencias. Por último, es importante señalar que puede haber problemas con los costos de mantenimiento del sistema.

---

<sup>57</sup> <https://ethereum.org/es/developers/docs/evm/>

<sup>58</sup> Gavin James Wood es un informático inglés, cofundador de Ethereum y creador de Polkadot y Kusama

<sup>59</sup> Greg Colvin Ingeniero estadounidense, cofundador de Ethereum

## **2.5 ¿HAY POSIBILIDADES DE USAR OTRA TECNOLOGÍA?**

En el uso de Smart Contracts radica la innovación tecnológica de este proyecto. Pero sí, eventualmente se podría usar otra tecnología, como el actual sistema que consiste en una página web y una base de datos.

## **2.6 ¿HAY CAPACIDAD DE INNOVAR Y CREAR UNA VENTAJA TECNOLÓGICA?**

La principal ventaja del aplicar tecnología Blockchain al Sistema nacional de trazabilidad radica en poder crear un mecanismo confiable, distribuido, anónimo y efectivo, que sin depender de una entidad central permita desarrollar contratos laborales, en donde las dos partes acuerden todo su contenido. Que a bajo costo, está al alcance de todos. Facilitando así que la tecnología permita trazar toda la cadena logística de los medicamentos en Argentina.

## **CAPITULO V ANALISIS DEL ACTUAL SISTEMA NACIONAL DE TRAZABILIDAD**

### **1. VENTAJAS**

Es importante destacar en primer lugar, que el sistema argentino desarrollado por Anmat, fue innovador para el año 2013. Y hasta el momento en términos generales, ha dado buenos resultados.

Entre sus ventajas, hay que señalar:

#### **A) TRAZABILIDAD MULTIFASE:**

El sistema permite un tratamiento integral tanto desde el momento en el que cada medicamento es elaborado, distribuido y entregado al consumidor final.

Además, identifica a todos los Stakeholders del proceso y controla que los mismos estén correctamente habilitados.

#### **B) TECNOLOGÍA**

Los medicamentos pueden ser leídos con un lector de código de barras y las transacciones son enviadas mediante la web service del Anmat a la base de datos central, que almacena toda la información del sistema.

#### **C) IDENTIFICACIÓN INEQUÍVOCA DE LOS PRODUCTOS**

Los medicamentos pueden ser identificados mediante la impresión de un código de barras o la colocación de una etiqueta en el frasco, por ejemplo, que posibilita que se pueda leer los datos del mismo.

## **D) ADECUACIÓN Y USO**

El sistema es simple de usar y está en marcha hace aproximadamente ocho años, por lo tanto, tiene información histórica y se halla implementado en su totalidad. Para poder operarlo, hace falta una breve capacitación que se puede realizar en forma online dada por Anmat o por los colegios de farmacéuticos.

A ello hay que sumarle que satisface todos los recaudos que impone la normativa en la materia.

## **E) ROLES**

El sistema tiene diferentes roles, de acuerdo a las necesidades de la cadena de suministro. Permite desandar una cadena de responsabilidades jerárquicas.

## **2. DESVENTAJAS**

### **A) TRAZABILIDAD MULTIFASE:**

La trazabilidad multifase que pregonaba el sistema, es muy débil. Por citar un ejemplo en concreto, si una farmacéutica al momento de registrar una venta de medicamento no tiene sistema, podría cargar la operación en otro horario, que si fuera de noche incluso podría ser otro día. Y ello, no se puede evitar. Al igual que si cargo por error una dispensa a otra persona equivocada, se puede corregir y así alterar la trazabilidad, aunque sea momentáneamente.

El actual sistema, al ser solamente una base de datos en donde se registran operaciones por los distintos usuarios, hace que el mismo pueda contener errores lo cual afecta su fiabilidad. Ya que lo que está registrado, podría no coincidir con la realidad.

A ello, hay que agregarle que la base de datos podría ser modificada. No tiene ninguna seguridad que impida modificar datos. Inclusive, podrían usarse esos datos sin consentimiento de los usuarios como así también manipularlos. Podría verse afectada por ataques de terceros maliciosamente.

Otro ejemplo de la fragilidad del sistema, se puede ver con la trazabilidad de las vacunas del COVID-19. Argentina recibió el 24/12/2020 el primer lote de vacunas Sputnik – V y hasta la actualidad (octubre 2021) alrededor de 66 millones en total, incluyendo a todos los laboratorios.

Desde el 24/12/20 hasta el 24 de marzo de 2021 las vacunas que se aplicaban eran cargadas en el SISA Sistema Integrado de Información Sanitaria Argentino<sup>60</sup>, allí se registraba que x vacuna había sido aplicada a x persona. Pero al ser una base de datos, la información estaba disponible solo para las autoridades del Ministerio de Salud con acceso a esos datos. Tampoco era posible controlar el lugar donde estaba físicamente la vacuna y su estado, ejemplo si era apta para su uso. Es por ello, que ese sistema trajo numerosos problemas en la campaña de vacunación y terminó con la renuncia del Ministro de Salud envuelto en un hecho de corrupción.

Posteriormente, para controlar el acceso a la información en la campaña de vacunas, se lanzó a fines de marzo de 2021 el Registro Federal de Vacunación Nominalizado (NoMiVac)<sup>61</sup>, el cual consiste en otra base de datos que se integra con el SISA, pero la diferencia es que tiene una aplicación móvil para que el vacunador escanee el DNI de la persona y registre la información. Finalmente, toda la información que se recaba está plasmada en un dashboard que se puede consultar en la página web argentina.gov.ar. e inclusive se puede descargar el dataset.

Figura 16: Monitor público de vacunación argentina



Fuente: <https://www.argentina.gov.ar/coronavirus/vacuna/aplicadas>

<sup>60</sup> <https://sisa.msal.gov.ar/sisa/>

<sup>61</sup> [https://sisa.msal.gov.ar/sisadoc/docs/050203/nomivac\\_home.jsp](https://sisa.msal.gov.ar/sisadoc/docs/050203/nomivac_home.jsp)

Por más que la voluntad de la autoridad de aplicación haya sido tener un control de toda la campaña de vacunación, creando un sistema más eficiente, el mismo no alcanza para lograr una trazabilidad 100% segura. Aun con el desarrollo de NoMiVac, el sistema continua sin brindar la seguridad necesaria, ya que se usa para ello una tecnología obsoleta que no está al tanto de las circunstancias.

Es así que todo el sistema, está montado en una gran base datos de registros que los usuarios cargan. Con lo cual la misma podría romperse, verse hackeada o contener miles de errores. No es inmutable. Por lo tanto, nadie puede asegurar que el 100% de la información que allí contiene sea fidedigna y que no contenga errores. Así, no sirve para el fin que fue creada, que es controlar quien, cuando y que vacuna se aplicó.

Esta situación al aplicar tecnología Blockchain, cambiaría drásticamente conforme se detallará más adelante.

## **B) CÓDIGOS DE BARRAS**

Se considera que los códigos de barras, ya son obsoletos. Debido a que se han visto superados por los códigos QR.

Estos últimos permiten codificar un mayor contenido de datos. Hasta un máximo de 7089 caracteres, mucho más de lo que nos permite trabajar un código de barras.

También permiten leer el contenido del mismo por medio de un escáner de mano o de un teléfono Smartphone y así realizar acciones automáticamente al leer los datos, como podría ser consultar cuales son las características del medicamento que adquirió un usuario. Cosa que hoy en día no se puede hacer. Ya que los compradores finales, solamente pueden tener acceso a la información si entran a la página web del sistema nacional de trazabilidad e introducen manualmente los números. Lo cual es algo muy obsoleto. Que incluso, deja afuera del mecanismo de control a usuarios que son ciegos o que tiene alguna discapacidad, por ejemplo.

Con una aplicación de celular que lea el código QR, se facilitaría todo el acceso a la información.

### **3) VENTAJAS DE APLICAR DE BLOCKCHAIN AL SISTEMA NACIONAL DE TRAZABILIDAD**

#### **1) AUTONOMÍA Y DESCENTRALIZACIÓN**

La principal ventaja que le brindaría aplicar Blockchain al Sistema Nacional de Trazabilidad de medicamentos sería otorgarle autonomía al mismo. Ya que una vez que la información sería cargada, conforme cada paso de la cadena va dando el producto sería reflejada en Blockchain de forma segura y sencilla. Incluso permitiendo ver en qué lugar físico está determinado medicamento en tiempo real. Por lo tanto, disminuirían significativamente potenciales errores humanos.

También esta tecnología permite que cada bloque de datos que se comparte entre los distintos Stakeholders sea validado entre ellos, garantizándose así su inviolabilidad, sin necesidad de un intermediario que concentre la información. Por ello, cada intercambio de información o transacción cifrada queda así registrado en la copia de cada agente y, por tanto, no puede ser modificado una vez realizado.

Aplicar Blockchain al Sistema Nacional de Trazabilidad otorgará rapidez y seguridad al complejo ecosistema de la cadena logística de los medicamentos en donde no existirá un participante principal como ocurre ahora (Anmat) que valide todo.

Así, será más fácil coordinar y seguir el trazado de los medicamentos. Ya que se eliminará todo el proceso manual y papeleo que existe actualmente. Siendo así posible verificar en tiempo real y seguro donde está determinado medicamento.

Además, el Blockchain daría veracidad a la información eliminando la necesidad de que se realicen auditorías constantes para confirmarla en los distintos actores. Ejemplo una farmacia.

También se podrían sacar de circulación medicamentos o vacunas por ejemplo que se hayan visto alteradas por ejemplo por el paso del tiempo. Ya que se sabría con exactitud el vencimiento.

## **2) SEGURIDAD Y RAPIDEZ.**

Aplica Blockchain a este sistema, permitiría cuantiosos ahorros en tiempo y costos en la gestión de la cadena de suministro al reducir burocracia, eliminación de errores y erradicación de fraudes.

También, se optimizarían los procesos de almacenamiento, transporte y distribución. Brindando fiabilidad e integridad de la información compartida. Otorgando transparencia en el trayecto de los medicamentos de manera que siempre sepa dónde están los productos.

Esta mayor seguridad permitirá la verificación de la información para detectar si un empleado pretende realizar una acción fraudulenta alterando un código de registro, por ejemplo.

La conjugación de Blockchain en la cadena de suministro representa agilidad en los procesos, seguridad y veracidad de la información, transparencia en los procesos y confianza en la colaboración. Todo eso, al final, resultará en menores costos, eficiencia en la logística y una mayor rentabilidad para la industria farmacéutica. Por eso, si se produce algún problema a lo largo de la cadena de suministro, es mucho más fácil determinar dónde ocurrió, verificarlo y subsanarlo.

Las cadenas de bloques son increíblemente difíciles de falsificar debido a los robustos mecanismos de seguridad que utilizan, lo que disminuye la probabilidad de actividad fraudulenta o falsificación. Debido a que los datos transmitidos están intrínsecamente encriptados, siendo esto mucho más seguro que el sistema de contraseña y nombre de usuario estándar, que es el método que se utiliza hoy en día para acceder al sistema nacional de trazabilidad.

Los datos descentralizados almacenados usando Blockchain hacen que sea extremadamente difícil hackearlos porque no existe un “único punto de falla”, un talón de Aquiles. Ya que todas las transacciones de información se guardan en miles de discos duros diferentes, entonces es poco probable que se pierdan datos.

En circunstancias normales, para entrar en una cadena de bloques, los hackers tendrían que abrumar a más del 50% de la red en menos tiempo de lo que lleva crear un nuevo bloque. La cantidad de potencia de cálculo requerida para hacer esto es muy significativa, así mientras más grande sea la cadena, más difíciles son de hackear porque están más descentralizadas y tienen más ordenadores trabajando para verificar las transacciones.

A esto hay que sumarle que, es fácil detectar cuándo un bloque ha sido manipulado gracias a las funciones hash. Estos valores de un bloque se agregan a los datos en el siguiente. Cualquiera que intente alterar uno terminará cambiando el hash por completo, activando una bandera roja y deshabilitando el bloqueo por completo.

### **3) PRIVACIDAD**

Otro punto importante de aplicar Blockchain al sistema nacional de trazabilidad de medicamentos, es la privacidad que le otorgaría al usuario final. Ya que lo que se almacena en la cadena de bloques, es un hash que identifica a un medicamento. El cual, en el punto final de la cadena de suministro, quedará registrado a un id que se corresponde con una persona. Pero no habrá más información que está en el sistema.

A nivel normativo, Argentina, suscribió el 22 de noviembre de 1969 y entró en vigor el 18 de julio de 1978, el Pacto de San José de Costa Rica<sup>62</sup>, que tiene jerarquía supra legal, siendo similar a nuestra constitución nacional y que en el artículo 11.2. establece que “la Asociación Médica Mundial prescribe que “la dignidad del paciente y el derecho a su vida privada deben ser respetadas en todo momento durante la atención médica y la enseñanza de la medicina, al igual que su cultura y sus valores...”.

---

<sup>62</sup> <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/25000-29999/28152/norma.htm>

Asimismo, la ley 26.529<sup>63</sup> de los Derechos del Paciente en su Relación con los Profesionales e Instituciones de la Salud establece en el artículo 2 que: "...b) Trato digno y respetuoso. El paciente tiene el derecho a que los agentes del sistema de salud intervinientes, le otorguen un trato digno, con respeto a sus convicciones personales y morales, principalmente las relacionadas con sus condiciones socioculturales, de género, de pudor y a su intimidad, cualquiera sea el padecimiento que presente, y se haga extensivo a los familiares o acompañantes..."

Por ello, se considera que aplicar Blockchain al sistema nacional de trazabilidad otorgaría mucha privacidad a los usuarios finales. Evitando acumular información innecesaria en una base de datos respecto a enfermedades, genero, edad, tal como ocurre hoy en día. En donde queda registrado que el usuario con determinado nombre, apellido, DNI y obra social, adquirió determinado medicamento. Lo cual claramente vulnera la normativa anteriormente señalada. Además de que esa información es registrada en la base de datos de Anmat. Esto se hace porque hoy es necesario contar con dicha información para poder verificar y otorgar seguridad a la cadena de suministro. Pero aplicando esta tecnología, ello sería innecesario. Puede parecer una trivialidad, pero es algo muy importante. Hoy en día, si se filtrara esa información, se podrían generar graves perjuicios a los pacientes.

El Blockchain nos permitiría garantizar la privacidad, ya que solo almacenaría un hash vinculado a un producto. El cual, por último, sería adquirido por un usuario identificado con un id. Sin otras especificaciones. En forma transparente y totalmente auditable.

#### **4) REDUCCIÓN DE COSTES.**

Montar el desarrollo del sistema nacional de trazabilidad en la red de Blockchain Federal, permitiría aumentar la seguridad del sistema incluso minimizando los costos. Ya que dicha red es gratuita. Dicha organización, garantiza que la red que provee puede existir sin una Criptomoneda asociada y así desarrolló un modelo que funciona a partir del aporte de las partes.

---

<sup>63</sup> <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/160000-164999/160432/norma.htm>

Al requerir una muy baja capacidad de procesamiento, a diferencia de otras Blockchain basadas en Prueba de Trabajo, el costo de esos aportes (servidores, ancho de banda, soporte técnico) es marginal para las infraestructuras tecnológicas de integrantes de la organización.

También, dicha red, solamente almacenará los digestos criptográficos (los hash) que se corresponden a medicamentos, lo que basta para garantizar que los mismos no han sido modificados.

## **5) SIMPLICIDAD**

En primer lugar, para montar una cadena de bloques en Blockchain Federal, es necesario una vez desarrollado todo el algoritmo, ser Usuario registrado en dicha plataforma, creando una cuenta y contar con un nodo transaccional que envíe transacciones a la Blockchain. Para realizar ello, la organización brinda un repositorio que contiene todo lo necesario para instalar un "nodo BFA"<sup>64</sup>.

Los nodos selladores en Blockchain Federal Argentina sellan un bloque cada 5 segundos. De esta forma se asegura que, al haber un core mínimo de 23 nodos selladores, luego de 60 segundos, ya más de la mitad de ellos haya realizado ese proceso, y por lo tanto se asegure la inmutabilidad de la información contenida en cada bloque. BFA se encarga de garantizar la infraestructura y proveer el servicio de la plataforma para que Usuarios o Partes desarrollen sus propias aplicaciones.

De esta forma, montar la cadena de bloques que contendrá el algoritmo del Sistema Nacional de Trazabilidad, es relativamente simple y a la vez económicamente barata. Aumentando así la eficiencia del sistema en forma muy accesible.

## **6) TECNOLOGÍA DE AVANZADA**

Otro punto importante a tener en cuenta que, en otras partes del mundo, como en Francia la empresa que anteriormente mencione Blockpharma ya se ocupa de brindar soluciones de

---

<sup>64</sup> <https://bfa.ar/index.php/bfa/infraestructura>

Blockchain para la cadena de suministros de medicamentos. Por lo tanto, dicho mercado va creciendo año a año, empujado aún más por la pandemia que se está terminando de atravesar.

Volviendo así al Blockchain como una tecnología que llegó para quedarse. Permitiendo mantener la confidencialidad, descentralización y control de todos los actores, superando ampliamente los actuales sistemas y todo ello a un costo mucho menor que mantener la actual estructura burocrática y llena de falencias.

#### **4) PRESUPUESTOS NECESARIOS PARA PODER APLICAR TECNOLOGIA BLOCKCHAIN AL SISTEMA NACIONAL DE TRAZABILIDAD**

##### **1) REFORMA DEL MINISTERIO DE SALUD – ANMAT**

En primer lugar, sería necesario realizar una reforma por completo del ministerio de salud. Como se pudo evidenciar en los casi dos años que lleva la pandemia, la performance del mismo fue paupérrima. Toda la labor de esa cartera ministerial estuvo plagada de graves hechos de corrupción e ineptitudes del funcionario de turno. Como prueba de ello, se puede ser que Argentina actualmente está 11 en el ranking de mayor cantidad de muertes por millón de habitantes a nivel mundial<sup>65</sup>, contabilizando al día de la fecha alrededor de 116.000 muertos. A su vez, como si fuera poco, está Anmat que es el ente autárquico que controla los medicamentos en Argentina como ya lo mencioné. Toda esta estructura da como resulta un sistema lento, burocrático e imposible de controlar. Que lo único que genera es gastos de recursos innecesarios.

La autoridad de turno que este en el poder ejecutivo al momento de realizar esta reforma, debería considerar que hacer con la cantidad de recursos humanos que tiene y a donde los podría reasignar. Es imperante realizar una reforma de este sistema para seguir evitando problemas, irregularidades e ineficiencias en el manejo de los medicamentos a futuro.

---

<sup>65</sup> <https://ourworldindata.org/coronavirus>

## **2) INVERSIÓN ECONÓMICA**

También, de la mano del punto 1, es importante destacar que el sistema ya está desarrollado por la empresa Blockpharma el cual se integra con múltiples sistemas de información y tiendas que brindan datos autenticados. Por ello habría que comprar y adaptar dicho algoritmo a las necesidades de Argentina en la materia. Como así también comprar nuevos insumos tecnológicos para la puesta en marcha. Si bien será una inversión cuantiosa, se hará por única vez y traerá muchísima seguridad y eficiencia al manejo de los medicamentos.

## **3) CAPACITACIÓN A LOS USUARIOS DE TODA LA CADENA**

Otro punto muy importante es que será necesario educar a todos los actores de la cadena de suministro de medicamentos que se piensa automatizar. Puede parecer algo sencillo, pero ello que tomará su tiempo. Ya que en principio habría que encontrar personal para dar las capacitaciones y poder responder y acompañar las dudas que vayan surgiendo en todas las etapas del proceso a los actores del mismo.

## **4) PLANIFICACIÓN DETALLADA DEL PROYECTO**

A su vez, sería importante detallar y estudiar cómo se hará la implementación de Blockchain al actual sistema. En principio, lo mejor sería hacerlo por etapas. Para poder testear los errores que surjan y encontrar la mejor forma de trazar el sistema lo cual puede llevar varios años hasta completarse en forma definitiva.

## **5) SUSCRIPCIÓN DE TERCEROS**

También sería necesario considerar que eventualmente se necesitaran herramientas de suscripción de terceros como Amazon Web Services<sup>66</sup> lo cual puede generar un costo extra tener que contratar estos servicios para poder garantizar el buen funcionamiento del sistema.

---

<sup>66</sup> <https://aws.amazon.com/es/>

## **6) SERVICIOS PROFESIONALES DE DESARROLLO Y MANTENIMIENTO**

Si bien como mencione en el punto 2 el algoritmo ya está desarrollado por la empresa francesa Blockpharma, aun así, serán necesario otros consultores para poder llevar a cabo la implementación, entendiendo todos los problemas a los que se enfrentan los actuales usuarios, adaptando los procesos y solucionar los problemas que surjan. Además de realizar el desarrollo de una plataforma con UI / UX y su posterior mantenimiento.

## **5) CONCLUSIONES**

Es necesario realizar una reforma al actual sistema de trazabilidad de medicamentos en Argentina.

El objetivo de este trabajo fue demostrar que existe una tecnología que nos permite controlar los medicamentos que ingresan a Argentina hasta que llegan al consumidor final. Contando todo el tiempo con información en tiempo real mediante la tecnología Blockchain en forma segura y autónoma.

Se requiere reestructurar de nuevo todo el proceso, de manera ágil para optimizar el uso de los recursos económicos en materia de salud. De esta forma se podría obtener múltiples beneficios, por ejemplo, lograr una mayor transparencia, ya que al aplicar Blockchain al sistema nacional de trazabilidad se generaría confianza, algo que actualmente no logra casi ningún ente público argentino.

Además, se obtendría una trazabilidad mejorada, ya que se podrían registrar todos los movimientos de los medicamentos en tiempo real de un punto a otro siendo sumamente sencillo realizar una auditoría de toda la cadena del medicamento, asegurando su calidad

También se simplificaría el proceso con lo cual se gana velocidad, ya que se dejaría de lado la participación de todos los empleados que actualmente tanto en Anmat como el en Ministerio de Salud se encargan de validar todo el proceso. Con ello, las transacciones se volverían justas y precisas y seguras.

A su vez, se reduciría el costo de gastos ineficientes de manteniendo del sistema ya que no habría que preocuparse por la validación de la integración de terceros. La tecnología Blockchain se encargará de validar y registrar cada paso de la cadena y cada usuario podrá acceder a dicha información en forma segura.

Gracias a la aplicación de esta tecnología se conseguirá poder llevar a cabo un control más minucioso de los medicamentos, lo cual beneficiará no solo a los particulares, sino que al estado. Por ejemplo, se permitirá controlar los gastos en la compra de medicamentos, lo que conlleva también una disminución de costes. Garantizando información crítica actualizada sin la necesidad de ningún tipo de trámite. Con lo cual los usuarios del sistema nacional de trazabilidad podrían compartir datos sin comprometer la privacidad, seguridad o integridad de los mismos con lo cual, se reducen los fraudes o errores involuntarios, haciendo mucho más fácil la auditoría de eventos.

Además, se podrán resguardar los datos de los medicamentos que consume cada usuario. Este punto es muy relevante. Los mismos, son considerados como “datos médicos” o “datos relativos a la salud” como los identifica la ley 25.326, forman parte de los datos personales “sensibles”. También se encuentran regulados por la ley 26.529, de Derechos del Paciente en su Relación con los Profesionales e Instituciones de la Salud<sup>67</sup>.

Por ejemplo, una persona que concurre a una farmacia a comprar un medicamento para el tratamiento del Sida, podría de estar forma acceder a ello en forma totalmente segura ya que mediante el uso de la tecnología Blockchain podríamos garantizar la total confidencialidad de la transacción.

Así, se resguardaría la dignidad de la persona<sup>68</sup>, que es un derecho absolutamente garantizado en la constitución nacional y que un valor espiritual de máximo grado de la persona humana, que se materializa en la autodeterminación consciente, libre y responsable de la vida de las personas, y al mismo tiempo en la valoración y respeto de los demás como iguales, pares, “prójimos”.

---

<sup>67</sup> <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/160000-164999/160432/norma.htm>

<sup>68</sup> <https://salud.gob.ar/dels/entradas/la-dignidad-humana>

También esto sería que esta es la punta del iceberg en materia de salud, ya que la misma solución a futuro podría implementarse para poder tener una historia clínica única en Blockchain. Recientemente, la empresa Healthchain<sup>69</sup> ha desarrollado una red que utiliza IBM Blockchain, basada en IBM Cloud<sup>70</sup> para mejorar la atención y el cuidado de los pacientes. La idea es unificar las historias clínicas. Lo cual en Argentina sería muy provechoso. Ya que la constitución nacional y el estado garantizan el acceso a la salud pública en forma gratuita e universal.

La tecnología Blockchain avanza y nos brinda numerosas soluciones para automatizar y lograr más eficiencia en los procesos, Argentina no puede seguir manteniendo un sistema obsoleto y absolutamente ineficiente y costoso.

---

<sup>69</sup> <https://healthchain.io/>

<sup>70</sup> <https://www.ibm.com/downloads/cas/1XONQW26>

## **ANEXO I BIBLIOGRAFÍA**

OCARIZ, Emiliano B. Blockchain y Smart Contracts, la revolución de la confianza. Editorial RC libros, Madrid, España, Año 2018. (Libro)

<https://chequeado.com/hilando-fino/muertes-por-coronavirus-como-se-ubica-la-argentina-en-la-comparacion-regional-y-mundial/>

<https://web.ua.es/en/recsi2014/documentos/papers/bitcoins-y-el-problema-de-los-generales-bizantinos.pdf> , Universidad de Alicante, España 2014.

[http://www.anmat.gov.ar/webanmat/Legislacion/NormasGenerales/Disposicion\\_ANMAT\\_4980-2005.pdf](http://www.anmat.gov.ar/webanmat/Legislacion/NormasGenerales/Disposicion_ANMAT_4980-2005.pdf)

<https://www.ibm.com/ar-es/blockchain/solutions/transparent-supply>

<http://anmat.servicios.pami.org.ar/>

[http://www.anmat.gov.ar/Publicaciones/uso\\_medicamentos.asp](http://www.anmat.gov.ar/Publicaciones/uso_medicamentos.asp)

<https://www.argentina.gob.ar/coronavirus/vacuna/aplicadas>

<https://www.blockpharma.com/>

<http://www.infoleg.gob.ar/>

## ANEXO II - GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Smart Contracts:** Es un término que hace referencia a cualquier contrato que se ejecuta por sí mismo, sin intermediación de terceros, que no involucra la utilización de inteligencia artificial

**Hash:** es una función hash es un algoritmo que transforma o dirige un grupo de datos como podría ser un texto y lo transforma en un valor único de longitud fija al que denominamos “hash”, el cual actúa a modo de huella dactilar de los datos.

**Ethereum:** es una plataforma open source, descentralizada a diferencia de otras cadenas de bloques que permite desarrollar Smart Contracts.

**Nodo:** es un punto en el que se puede crear, recibir o transmitir un mensaje.

**Wallet:** es una billetera digital.

**Ether:** moneda de pago de la plataforma Ethereum

**Algoritmo Ethash:** es el algoritmo que hace posible el funcionamiento de la minería en Ethereum. Un algoritmo de elevada calidad y que usa algunas técnicas informáticas muy elaboradas para garantizar la mayor seguridad posible.

**Asdics:** son equipos informáticos basados en circuitos integrados o chips y desarrollados para hacer funciones muy específicas. Los ASIC se empezaron a popularizar con Bitcoin, convirtiéndose en el conjunto de procesadores específicos optimizados por excelencia para el minado de los bloques

**Manuscrito de Voynich:** es un libro ilustrado, de contenidos desconocidos, escrito por un autor anónimo en un alfabeto no identificado y un idioma incomprensible, el denominado voynichés. El cual ha sido objeto de intensos estudios por numerosos criptógrafos profesionales y aficionados y aun hoyen día no ha sido descifrado, convirtiéndose así en el santo grial de la criptografía.

**Código “Enigma”:** Enigma era una máquina de cifrado que se inventó en Alemania en los años 20 del siglo pasado. La usaban las empresas para sus comunicaciones en clave. Pero después, cuando se fue acercando la guerra, hacia 1926, el ejército alemán la modificó y la hizo más compleja.

**Amazon Web Services:** es una empresa de servicios de computación en la nube pública que en conjunto forman una plataforma de computación en la nube, ofrecidas a través de Internet por Amazon.com

**UI / UX:** Es el diseño de interfaz de usuario o ingeniería de la interfaz que es el resultado de definir la forma, función, utilidad, ergonomía, imagen de marca y otros aspectos que afectan a la apariencia externa de las interfaces de usuario en sistemas de todo tipo.

**Healthchain:** es una empresa chilena dedicada a brindar servicios de Blockchain aplicados a la salud.

**IBM Blockchain - IBM Cloud:** son las divisiones Blockchain de la empresa americana IBM

**Manuscrito de Voynich:** El manuscrito Voynich es un libro ilustrado, de contenidos desconocidos, escrito por un autor anónimo en un alfabeto no identificado y un idioma incomprensible. Su nombre proviene del comerciante de libros antiguos Wilfrid M. Voynich, quien lo adquirió en 1912.

**API:** Es un conjunto de definiciones y protocolos que se utiliza para desarrollar e integrar el software de las aplicaciones. API significa interfaz de programación de aplicaciones.

## **ANEXO III ÍNDICE DE FIGURAS Y CUADROS**

Figura 1: Blockchain .....	Página 14
Figura 2: El futuro de los contratos inteligentes.....	Página 19
Figura 3: El problema de los generales bizantinos.....	Página 27
Figura 4: Prueba de Trabajo.....	Página 29
Figura 5: Prueba de Autoridad.....	Página 30
Figura 6: Árbol de Merkle.....	Página 31
Figura 7: Sistema Nacional de Trazabilidad.....	Página 35
Figura 8: Sistema Nacional de Trazabilidad esquema actual.....	Página 35
Figura 9: Identificación de medicamentos en Argentina.....	Página 37
Figura 10: Sistema Nacional de Trazabilidad Arquitectura de datos.....	Página 39
Figura 11: Anmat página web servicios.....	Página 40
Figura 12: Blockpharma app.....	Página 49
Figura 13: Arquitectura Blockchain aplicado al Sist. Nacional de Trazabilidad Arg. ....	Página 51
Figura 14: identificación de medicamentos en Argentina.....	Página 52
Figura 15: Valor lector código de barras.....	Página 53
Figura 16: Monitor publico de vacunación argentina.....	Página 61
Figura 17: Smart Contracts código.....	Página 33
Figura 18: Arquitectura Blockchain vs sistema actual.....	Página 34