

INFOTEC CENTRO DE INVESTIGACIÓN E
INNOVACIÓN EN TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN

DIRECCIÓN ADJUNTA DE INNOVACIÓN Y
CONOCIMIENTO
GERENCIA DE CAPITAL HUMANO
POSGRADOS

**“SMART
CONTRACTS:
PERSPECTIVAS
EN LA
LEGISLACIÓN
MEXICANA
ACTUAL Y
CONSIDERACIONES
PARA SU
APLICACIÓN”**

SOLUCIÓN ESTRATÉGICA

Que para obtener el grado de MAESTRO EN
DERECHO DE LAS TECNOLOGÍAS DE
INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN

Presenta:

Mildred Elizabeth Arteaga Franco

Asesor:

Dr. Alejandro Francisco Herrán Aguirre

Ciudad de México, mayo, 2023.



Autorización de impresión



GOBIERNO DE
MÉXICO



CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS



AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN Y NO ADEUDO EN BIBLIOTECA

Maestría en Derecho de las Tecnologías de Información y Comunicación (MDTIC)

Ciudad de México, 26 de mayo de 2023

Unidad de Posgrados

PRESENTE

Por medio de la presente se hace constar que el trabajo de titulación

“Smart contracts: perspectivas en la legislación mexicana actual y consideraciones para su aplicación”

Desarrollado por la alumna: **Mildred Elizabeth Artega Franco**, y bajo la asesoría del **Dr. Alejandro Francisco Herrán Aguirre** cumple con el formato de Biblioteca. Por lo cual, se expide la presente autorización para impresión del proyecto terminal al que se ha hecho mención. Asimismo, se hace constar que no adeuda materiales de la biblioteca de INFOTEC.

No omito mencionar, que se deberá anexar la presente autorización al inicio de la versión impresa del trabajo referido, con el fin de amparar la misma.

Sin más por el momento, aprovecho la ocasión para enviar un cordial saludo.

Mtro. Carlos Josué Lavandeira Portillo
Director Adjunto de Innovación y Conocimiento

CJP/ah

C.c.p. Felipe Alfonso Delgado Castillo.- Gerente de Capital Humano.- Para su conocimiento

Mildred Elizabeth Artega Franco.- Alumna de la Maestría en Derecho de las Tecnologías de Información y Comunicación.- Para su conocimiento

Avenida San Fernando No. 37, Col. Toriello Guerra, CP. 14050, CDMX, México.
Tel: 55 5624 2800 www.infotec.mx



2023
Francisco
VILA

Agradecimientos

Para la persona que me enseñó a no renunciar y a levantarme en cada caída, que está detrás de cada logro, pero sobre todo siempre ha creído en mí...

Tabla de contenido

Introducción.....	1
Capítulo 1. Conceptos básicos	4
1.1 Contrato	4
1.2. Elementos de existencia	8
1.2.1. Consentimiento	9
1.2.2. Objeto.....	10
1.2.3. Forma.....	11
1.3. Elementos de validez	11
1.3.1. Capacidad	13
1.3.2. Ausencia de vicios del consentimiento.....	14
1.3.3. Licitud en el objeto.....	15
1.4. Contrato electrónico, contrato digital y contrato informático.....	16
1.5. Firma electrónica	18
1.6. Blockchain	20
1.7. Algoritmos de consenso.....	23
1.8 Blockchain Publicas y Blockchain Privadas.....	27
1.7.1. Blockchain públicas.....	27
1.7.2. Blockchain privadas.....	27
1.9. Smart contracts	28
1.9.1. Características.....	32
1.10. Oráculos	33
Capítulo 2. Análisis normativo de los Smart Contracts.....	36
2.1 Marco Internacional.....	36
2.1.1 Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil (CNUDMI)	36
2.1.2 Estados Unidos de América.....	38
2.1.3 Bielorrusia.....	40
2.1.4 Colombia.....	41
2.1.5 España.....	42
2.1.6 República del Ecuador.....	44

2.1.7	Asia	46
2.1.8	Caso República del Salvador	48
2.2	Legislación en México	49
2.2.1	Código Civil Federal	49
2.2.2	Código Federal de Procedimientos Civiles	51
2.2.3	Código de Comercio.....	52
2.2.4	Ley de firma electrónica avanzada.....	55
2.2.5	Norma Oficial Mexicana 151-SCFI-2016	58
2.2.6	Ley de Protección al Consumidor	59
2.2.7	Activos digitales	60

Capítulo 3. Consideraciones: derechos y principios relacionados con los Smart Contracts 65

3.1	Impactos negativos.	65
3.1.1	Protección de datos personales.	66
3.1.2	Actores.....	69
3.1.3	Ejercicio del derechos ARCO.	71
3.1.4	Transferencia internacional de datos	72
3.1.5	Autoejecutabilidad.....	73
3.1.5.1	Intervención humana.....	74
3.1.5.2	Derecho a impugnar	74
3.1.6	Carencia jurisdicción y competencia: Acceso a la justicia/ indefensión....	76
3.1.7	Seguridad	77
3.1.8	Error como vicio del consentimiento.....	79
3.1.9	Principio de autonomía de la voluntad y Principio Rebus Sic Stantibus....	81
3.1.10	Brecha digital y social.....	82
3.1.11	Materia de energía y huella de carbono.	83
3.2	Impactos positivos.....	85
3.2.1	Principio de autonomía de la voluntad.....	85
3.2.2	Principio Pacta Sunt Servanda.....	86
3.2.3	Confianza.....	87
3.2.4	Derecho de acceso a las tecnologías de la información y comunicación..	88
3.2.5	Derecho de los consumidores.....	89
3.2.6	Transparencia	90

3.2.7 Medio ambiente.....	92
3.2.8 Diversidad	93
3.2.9 Reducción de interpretación y cumplimiento.....	94
Capítulo 4. Perspectiva general y específica para la celebración de Smart Contracts de conformidad con la legislación aplicable vigente en México... 96	
4.1 Perspectiva general.	96
4.1.1 Naturaleza jurídica.	96
4.1.2 Forma	97
4.1.3 Identificación	99
4.1.4 Confidencialidad	100
4.1.5 Jurisdicción y competencia.	101
4.1.6 Requerimientos adicionales.....	104
4.2 Perspectiva específica	105
4.2.1 Plataformas.....	105
4.2.2 Cumplimiento	107
4.2.3 No intermediarios.....	108
Conclusiones.....	111
Bibliografía.....	118
Índice de términos.....	129

Índice de cuadros

Cuadro 1.....	24
---------------	----

Siglas y abreviaturas

ARCO	Acceso, Rectificación, Cancelación y Oposición.
CC	Código de Comercio.
CNUDMI	Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil
DAO	Organismo Autónomo Descentralizado (Decentralized Autonomous Organization- por sus siglas en inglés).
DTL	Tecnología de contabilidad distribuida (Distributed Ledger Technology- por sus siglas en inglés).
EDI	Intercambio electrónico de datos (Electronic Data Interchange - por sus siglas en inglés)
GDPR	Reglamento General de Protección de Datos Personales de la Unión Europea (General Data Protection Regulation- por sus siglas en inglés)
IA	Inteligencia Artificial
ICO	Oferta Inicial de Moneda (Initial Coin Offering- por sus siglas en inglés).
INAI	Instituto Nacional de Transparencia, Acceso a la Información y Protección de Datos Personales.
IoT	Internet de las Cosas.
LFIA	Ley de Firma Electrónica Avanzada.
LFPDPPP	Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares.
LGPDPPSO	Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados.
LSSICE	Ley de servicios de la Sociedad de la Información y del Comercio Electrónico (España).
NOM	Norma Oficial Mexicana.
PoA	Prueba de Autoridad (Proof of Authority- por sus siglas en inglés)

PoI Prueba de Identidad (Proof of Identity-por sus siglas en inglés)
Pos Prueba de Estado (Proof of Stake- por sus siglas en inglés)
PoW Prueba de trabajo (Proof of Work - por sus siglas en ingles)
TIC Tecnologías de la Información y Comunicación.

Glosario

“A”

Algoritmo de consenso: es un mecanismo, método o proceso utilizado por la tecnología Blockchain o entornos distribuidos para tomar decisiones respecto al valor que se incorporará al bloque siguiente en la cadena (PoW y PoS).

Arbitraje: Procedimiento de resolución de controversias consensuado entre las Partes en donde participa uno o más árbitros.

Autoejecutable: refiere a una acción que se puede realizar o ejecutar de manera automática, sin la intervención de ningún tercero.

“B”

Bitcoin: es la criptomoneda o moneda electrónica más utilizada y conocida hoy en día, cuya naturaleza es descentralizada y libre, lo que permite realizar transacciones sin la necesidad de intermediarios. Según su propia página de internet¹ es una innovadora red de pagos y una nueva clase de dinero.

Blockchain: también conocida como cadena de bloques, refiere a la tecnología descentralizada que funciona en grupos o bloques de información o datos que están entrelazados a través de algoritmos de consenso haciéndolos inmutables.

“C”

Consentimiento: refiere a la voluntad de una persona para aceptar derechos u obligaciones.

Consenso: refiere a la manifestación de la voluntad colectiva en un mismo sentido, es decir, la conformidad de varias partes para consolidar un mismo acuerdo o resultado.

Contrato: refiere a un convenio en estricto sensu, ya que es un acuerdo de voluntades que produce o transfiere obligaciones y derechos.

¹ Véase <https://bitcoin.org/es/>

“D”

Datos Personales: refiere a la información de una persona física que la identifica o bien, que la hace identificable a través de datos inferidos o deducidos de tal información.

Descentralizado: significa que cierta actividad o función no se encuentra concentrada en un solo sitio, por lo que tal función o actividad se encontrará dispersa o disgregada, es decir no existe un poder o autoridad central.

Derechos ARCO: Los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición al tratamiento de datos personales.

Digitalización: Según lo dispuesto por el Código de Comercio es la migración de documentos impresos a mensaje de datos, de acuerdo con lo dispuesto en la norma oficial mexicana sobre digitalización y conservación de mensajes de datos que para tal efecto emita la Secretaría.

“E”

Error: refiere a un concepto o resultado que es equivocado, falso o no acertado.

Ethereum: según su propia página de internet² es la tecnología de gestión comunitaria que impulsa la criptomoneda ether (ETH) y miles de aplicaciones descentralizadas.

“F”

Firma electrónica: Según lo dispuesto por el Código de Comercio, refiere a los datos en forma electrónica consignados en un Mensaje de Datos, o adjuntados o lógicamente asociados al mismo por cualquier tecnología, que son utilizados para identificar al Firmante en relación con el Mensaje de Datos e indicar que el Firmante aprueba la información contenida en el Mensaje de Datos, y que produce los

² Véase <https://ethereum.org/es/>

mismos efectos jurídicos que la firma autógrafa, siendo admisible como prueba en juicio.

“H”

Hash: es una serie de números y letras sin secuencia específica generada por una función hash (función matemática) que sirve para proporcionar seguridad de que los datos o información se conservan íntegros.

“I”

Inmutabilidad: refiere a la característica de no poder cambiar, mudar o alterarse.

“M”

Mensaje de datos: Según lo dispuesto por el Código de Comercio, es la información generada, enviada, recibida o archivada por medios electrónicos, ópticos o cualquier otra tecnología.

Minero: ente que participa en el proceso para verificar las transacciones que se realizan en las blockchain para añadir un registro en el siguiente bloque.

“N”

Nodo: es un punto en donde convergen diversos elementos; punto de partida, de unión; intersección. Por lo general se utiliza para referir a sistemas, dispositivos o estructuras.

“O”

Oráculo: es un servicio que recopila, verifica y provee de información del mundo físico o real a la blockchain o Smart Contract para desencadenar una acción específica programada y con ello producir su autoejecución.

“P”

Prueba de Estado: también conocida como prueba de participación o Pos por sus siglas en inglés, que se basa en la trayectoria y confianza del validador, quien posee

mayor cantidad de criptomonedas es quien podrá validar el siguiente bloque en la cadena.

Prueba de Trabajo: también conocida como Pow por su nombre en inglés, refiere a un método o proceso de validación utilizado por los mineros para verificar a través del hash los datos que se busca sean añadidos al siguiente bloque de una cadena, es decir, consiste en la resolución de la función de una sola dirección.

“T”

Tratamiento: según la LGPDPPP es cualquier operación o conjunto de operaciones efectuadas mediante procedimientos manuales o automatizados aplicados a los datos personales, relacionadas con la obtención, uso, registro, organización, conservación, elaboración, utilización, comunicación, difusión, almacenamiento, posesión, acceso, manejo, aprovechamiento, divulgación, transferencia o disposición de datos personales.

Introducción

La tecnología ha crecido a pasos agigantados en las últimas décadas, logrando permear, de alguna u otra forma, en prácticamente en todo lo que hacemos, así como en todas las áreas del conocimiento, el Derecho no es la excepción, ya que ha hecho posible que la forma de contratar y obligarse se transforme, reduciendo, o en algunos casos eliminando, problemas de modo, tiempo y lugar, a través del uso de nuevos instrumentos físicos, métodos, procesos y conocimientos, tales como softwares, servidores, blockchain, entre otros, dando lugar a contratos electrónicos, digitalización de documentos, contratos inteligentes, entre otros.

El presente trabajo es un análisis de la relación que existe entre la tecnología y el derecho cuando se contrae una obligación mediante la utilización de blockchain, es decir, a través de contratos inteligentes o mejor conocidos como: Smart Contracts.

A lo largo de cuatro capítulos se explica la teoría de los contratos en general, así como su aplicación en los Smart Contracts tomando como eje las principales características de estos, así como los conceptos básicos de su funcionamiento; se da una perspectiva sobre su regulación en otros países y la legislación aplicable en México; se identifican los beneficios y retos que representan los Smart Contracts no solo a las personas físicas, sino también a las empresas en general; y se exponen las bases, elementos y consideraciones para la utilización de los Smart Contracts a la luz de la legislación mexicana actual con la finalidad de que el lector considere su utilización.

Cabe señalar que las principales referencias, estudios, doctrina, artículos, ensayos, tesis y libros de este tema específico es de escritores que pertenecen al sistema Common Law, y con la finalidad de enriquecer el propósito de este trabajo toda vez que está enfocado a dar a conocer y analizar las consideraciones en México para el uso de los Smart Contracts, para el desarrollo de este análisis se han tomado como referencia autores españoles, ecuatorianos, chilenos y

mexicanos principalmente, toda vez que sus sistema jurídico es similar al que aplica en este país.



Capítulo 1
Conceptos Básicos

Capítulo 1. Conceptos básicos

1.1 Contrato

Este término es muy utilizado en derecho, y ha sido estudiado ampliamente desde siglos atrás; diversos autores han realizado una aportación a su concepto, sin embargo, la gran mayoría de ellos coinciden en su origen y la definición legal que se verá más adelante.

¿Qué es un contrato? El origen de la palabra contrato viene del latín *contractus* y la Real Academia Española lo ha definido como “Pacto o convenio, oral o escrito, entre partes que se obligan sobre materia o cosa determinada, y a cuyo cumplimiento pueden ser compelidas”.³

Es bastante común que al contrato se le denomine de diferentes maneras: acuerdo de voluntades, pacto, convención, instrumento, entre muchos otros, sin embargo, “[e]n la tradición jurídica romano-germana se acepta que la convención tiene dos funciones: una positiva, crear o transmitir, derechos y obligaciones, y otra negativa, que consiste en modificarlos o extinguirlos”.⁴

En México, el Código Civil Federal, así como cada uno de los códigos civiles en las diversas entidades federativas, lo han definido generalmente en su sentido estricto o positivo, esto es, la definición legal del concepto de “contrato” como “...convenios que producen o transfieren las obligaciones y derechos”.⁵ Por lo anterior, el término contrato, en materia de derecho civil, conforme a una definición tradicional basada en el Derecho Romano se entiende como el tipo de convenio

³ Real Academia Española, *Diccionario de la Lengua Española*, 23.^a ed., 2014, <https://dle.rae.es>, fecha de consulta 8 de octubre de 2021.

⁴ García Castillo, Tonatiuh, “Reflexiones en torno a la Teoría General del Contrato”, *Revista de Derecho Privado*, Nueva Época, Año VII, Núm. 21-22, septiembre 2008 abril de 2009, p. 45, <https://revistas-colaboracion.juridicas.unam.mx/index.php/derecho-privado-ns/article/view/7236/6515> fecha de consulta 7 de octubre de 2021.

⁵ Código Civil Federal, 1928, Artículo 1793, http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/2_110121.pdf fecha de consulta 9 de octubre de 2021.

(acuerdo de voluntades) que sirve para crear y/o transferir tanto obligaciones como derechos.

Para algunos autores y estudiosos del derecho, los contratos son una especie del género de los convenios, para algunos otros como Simental, son parte de un género mucho más amplio: el acuerdo.⁶

De acuerdo con el maestro Rojina Villegas es mucho más preciso referirse propiamente al consentimiento que a contrato en sí mismo, señalando que “el consentimiento es el acuerdo de voluntades que tiene por objeto la creación o transmisión de derechos y obligaciones [...] todo consentimiento, por tanto implica la manifestación de dos o más voluntades y su acuerdo sobre un punto de interés jurídico”.⁷ Por lo anterior, puede decirse que lo importante de resaltar, es que los contratos son aquellos acuerdos que se efectúan entre dos o más personas físicas y/o morales, sobre una materia concisa, con la finalidad de crear o transmitir ciertas obligaciones y/o derechos, en otras palabras, se busca y es voluntad de los participantes que se tengan ciertas consecuencias con efectos jurídicos.

Ya se ha referido el origen del concepto conforme a la tradición basada en el Derecho Romano, sin embargo, es importante comentar el origen de este concepto en el Common Law. Debe recordarse que este sistema se utiliza principalmente en Inglaterra y Estados Unidos de América, y a pesar de que existen diferencias (no serán abordadas en este documento), como regla general el Common Law está basado en el derecho consuetudinario, es decir, en los precedentes procesales, sin embargo, se ha buscado homogeneizar y sistematizar sus principios universales, y pese a que no existe como tal una ley que defina todos esos principios, se han hecho esfuerzos importantes por los doctrinarios respecto a los principios que

⁶ Simental Franco, Amaury Víctor, “Contratos. Consideraciones en torno a su definición”, *Revista de Derecho Privado*, México, Nueva Época, Año VII, núm. 21-22, septiembre 2008 abril de 2009, <https://revistas-colaboracion.juridicas.unam.mx/index.php/derecho-privado-ns/article/view/7236/6515> fecha de consulta 19 de septiembre de 2021.

⁷ Rojina Villegas Rafael, Compendio de Derecho Civil, *Teoría General de las Obligaciones*, 24 ed. Porrúa, México, 2002, p. 52.

aplican a los contratos, dando como resultado “*the law of contracts*” y los “*Restatements*”, e inclusive se cuenta con el *Uniform Commercial Code*.

Una de las principales diferencias respecto al entendimiento sobre los contratos ente el sistema romanista y el anglosajón, es que para este último, la acción contractual no está dirigida a cumplir de manera forzosa lo prometido, sino a la reparación (pago) por el daño sufrido en caso de incumplimiento⁸, esto es conocido como *choses in action* ya que se hace la reclamación (generalmente de propiedad) para recuperar algo de lo que no se tiene en posesión; existe también lo que se conoce como *choses in possession*, que es el ejercicio del derecho o de la acción mientras se tiene la posesión de lo reclamado. Por lo anterior si bien no existe una definición como tal en ley o completamente estandarizada, puede definirse como “... una promesa o conjunto de promesas para cuyo rompimiento la ley da un remedio, o cuyo cumplimiento es reconocido por la ley en cierto modo como un deber”⁹ o bien “...la obligación totalmente legal creada por un bargain, es decir, por un acuerdo recíproco”¹⁰.

Ahora bien, cuando se escucha el término contrato, lo primero que se viene a la mente es un documento en papel, sin embargo, cabe precisar que no siempre es así. En México, solo determinados contratos se exigen que sean por escrito, pudiendo entonces ser celebrados de forma verbal. No obstante, es recomendable siempre dejar constancia del acuerdo al que se ha llegado, pudiendo entonces un contrato celebrarse de puño y letra, con máquina de escribir (ya no es muy usual este tipo de contratos), y lo más generalizado hoy en día generados por un procesador de textos de computadora, e impresos.

En esa tesitura, la aparición de las TICs, y en recientes años, la multi nombrada pandemia por SarsCov2, han sentado las bases para que sea muy

⁸ Pérez García Matías, “Los elementos del contrato en la *Common Law Americana*”, *Revista de derecho Notarial Mexicano*, México, núm.118, p. 128, <https://revistas-colaboracion.juridicas.unam.mx/index.php/derecho-notarial/article/viewFile/6906/6202#:~:text=Un%20contract%20es%20una%20promesa,cierto%20modo%20como%20un%20deber.%22,fecha%20de%20consulta%2022%20de%20enero%20de%202023>.

⁹ *Ibidem*. p.133.

¹⁰ *Idem*.

común al día de hoy que la formalización y ejecución de los contratos, pueda darse a través de diversos medios, como lo es el intercambio de correos electrónicos, mensajes de datos, mensajes instantáneos por vías como Whats App, Telegram, entre otros, hasta los denominados *smart contracts* que serán abordados más adelante.

Por lo anterior, puede decirse que la celebración de contratos en diversos medios, es posible gracias a diversos principios como: i) el de neutralidad tecnológica que refiere a que no se toma en consideración la tecnología o medio que se haya utilizado para la generación, archivo o transmisión de información en las comunicaciones electrónicas¹¹, en otras palabras, esto significa que "...la solución para las operaciones electrónicas no debía diferir de la solución aplicada a situaciones equivalentes en el contexto de los documentos sobre papel"¹²; y ii) el principio de equivalencia funcional que refiere a que no pueden discriminarse conceptos o prácticas que, de manera tradicional, funcionan en un soporte de papel¹³, en palabras más simples significa que tanto un documento en papel como un documento electrónico tienen un valor idéntico; cabe señalar que ambos principios son pilares fundamentales de la CNUDMI en materia de comercio electrónico (*e-commerce*) y han sido adoptados en México (serán abordados en el Capítulo 2).

Sin perjuicio de lo anterior, resulta pertinente traer a colación una reflexión de Recaséns Siches:

El Contrato plantea una serie de problemas a la teoría fundamental del Derecho. Entre tales problemas figura el de saber si el contrato es algo perteneciente, esencial y exclusivamente al mundo del derecho, o sí, por el contrario, es algo que, aunque puede caer, y de hecho

¹¹ Referencias sobre "neutralidad tecnológico" en los documentos de la CNUDMI, instituto DE investigaciones Jurídicas, p. 372, consultado en <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/7/3249/20.pdf> el 29 enero 2022.

¹² *Ibidem*. p. 373.

¹³ *Ibidem* p. 377.

*caiga muchas veces, dentro del ámbito del derecho, rebasa los fines de éste y tiene su origen en otro campo, a saber en el campo de las simples relaciones humanas.*¹⁴

Pudiera pensarse que los contratos solo tienen presencia en el mundo jurídico, o estar relacionados únicamente con aspectos de derecho, sin embargo, es relevante señalar que existe la posibilidad de que tanto su origen, existencia y consecuencias provengan y tengan efectos mucho más allá. Con lo anterior, se puede decir que las relaciones humanas están cambiando, tanto por el contexto social, cultural y económico, así como con la presencia de las nuevas tecnologías, o mejor conocidas como TICs que, muchos contratos rebasarán, justamente como sugiere Recaséns, el campo del derecho.

1.2. Elementos de existencia

Es conocido para quienes están inmersos en la teoría contractual que, por lo general, se señalan dos elementos como primordiales para la consideración de un contrato: el consentimiento y el objeto, mismos que se abordarán más adelante. Sin embargo, estos conceptos implican un estudio mucho más profundo, y sobre todo, cuando se pretende hacer la relación y reconocimiento de ellos respecto a los *smart contracts*.

Pues bien, para efecto de determinar los elementos de existencia de los contratos, puede hacerse referencia, a su vez, a tres tipos de elementos: subjetivos, objetivos y normativos. Estos elementos, dependiendo de la tradición a la que se esté refiriendo ya sea la romano-germánica o la anglosajona, tendrán diferencias que pueden ser consideradas para formarse un concepto mucho más amplio.

Por una parte, la tradición romano-germánica tendrá como elemento subjetivo la manifestación de la voluntad del contenido del contrato; como elemento objetivo, necesariamente se hará referencia a las consecuencias que pudiera tener el

¹⁴ Recaséns Siches, Luis, "El Contrato: su ubicación en el derecho y su fuerza de obligar", *Revista de la Escuela Nacional de Jurisprudencia*, México, 1946, p. 5.

contrato y a cuestiones relacionadas con la forma del acto en sí mismo; y, el elemento normativo, referirá a la existencia de las leyes, normas y procedimientos reconocidos en el territorio de que se trate del acto en cuestión, es decir de la creación misma del contrato. Según García, esta visión corresponde a una teoría causalista.¹⁵

Por otro lado, en la teoría anglosajona, dentro de los elementos del contrato a considerar están cuatro: la capacidad, el elemento objetivo que es propiamente la materia del contrato en sí mismo, la existencia de acuerdo mutuo entre las partes y la consideración de los efectos que tendrá el contrato.¹⁶ Esta percepción de los elementos que son utilizados para determinar la existencia del contrato, según García, corresponden a una teoría o doctrina de la consideración, esto es, de las consecuencias que tendrá y ocasionará la celebración del contrato.

De la comparación entre ambas teorías, puede destacarse que existe identidad en al menos dos elementos, uno es el elemento subjetivo que es esa intención de efectuar el acto al que refiere el contrato, y dos, el conocimiento de las consecuencias.

1.2.1. Consentimiento

Este concepto es definido por la Real Academia Española como la “Manifestación de voluntad, expresa o tácita, por la cual un sujeto se vincula jurídicamente”.¹⁷ Otra acepción la encontramos en el Diccionario Jurídico Mexicano que lo define como “Del latín *consentire*, estar de acuerdo). Elemento de existencia en algunos actos jurídicos, que se integra por el acuerdo de dos o más voluntades”.¹⁸ Como puede observarse, el elemento en común entre estas dos definiciones es, en definitiva, la voluntad. Es importante precisar que la voluntad significa aquellas facultades,

¹⁵ García Castillo, Tonatiuh, *op. cit.*, p. 46.

¹⁶ *Idem*.

¹⁷ Real Academia Española, *op. cit.*, véase consentimiento, <https://dle.rae.es/consentimiento?m=form> fecha de consulta 29 de octubre de 2021.

¹⁸ Instituto de Investigaciones Jurídicas, *Diccionario Jurídico Mexicano*, México, Porrúa-UNAM, 1984, p. 255, <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/3/1169/10.pdf> fecha de consulta 9 de octubre de 2021.

intenciones, ánimos, ganas o deseos con los que cuentan las personas para decidir hacer o no hacer algo, es decir decidir libremente de la propia conducta.¹⁹

Uno de los elementos más importantes a señalar en este concepto es la aceptación, ya que justamente es cuando la parte aceptante de la oferta de manera lisa y llana manifiesta su consentimiento y nace el contrato. Cabe precisar que el consentimiento está regulado en la legislación mexicana en el Código Civil Federal, desde el artículo 1803 al 1811 y en los respectivos Códigos Civiles de las diferentes entidades federativas.

El consentimiento puede ser externado de forma expresa o tácita. A manera de repaso, se indica que consentimiento expreso es aquel que se ha externado a través de signos indubitables, verbales, escritos, por medios electrónicos, ópticos o por cualquier tecnología o por signos inequívocos, mientras que el consentimiento tácito refiere a las acciones o hechos que presuponen o dejan ver que existe una presunción para su autorización.²⁰

1.2.2. Objeto

El Diccionario Jurídico Mexicano hace una referencia a una frase de Paulo, donde se indica que “la sustancia de las obligaciones consiste, no en que haga nuestra alguna cosa corpórea o una servidumbre, sino en que se constriña a otro a darnos, a hacernos o a prestarnos algo”.²¹ En adición, como bien refiere García, el objeto “... no es inmediatamente lo que se pretende obtener por su celebración, que denominaremos “la cosa” o “finalidad” de la convención, sino conductas humanas, prestación y contraprestación”.²² Lo anterior quiere decir que el objeto del contrato será entonces una acción de dar, hacer o no hacer; ello nos indica que el objeto de los contratos, es la materia misma sobre la cual versan, que justamente no es la cosa en sí misma, y refuerza lo que se precisó en la referencia de Recaséns Siches, que el contrato versa sobre una acción humana, proveniente de una relación entre

¹⁹ Real Academia Española, *op. cit.*, véase voluntad, <https://dle.rae.es/voluntad?m=form> fecha de consulta 29 de octubre de 2021.

²⁰ Código Civil Federal, 1928, *op. cit.*, véase artículo 1803.

²¹ Instituto de Investigaciones Jurídicas, Diccionario Jurídico Mexicano, *op. cit.*, p. 283.

²² García Castillo, Tonatiuh, *op. cit.*, p. 53.

las Partes que celebran el contrato, esto podría traducirse plenamente en una acción a cambio de una contraprestación, es decir de la recepción de otra acción.

Se debe recordar que el objeto del contrato debe ser aquello permitido por la legislación en el territorio donde tendrá efecto el contrato, esto significa que deberá ser compatible con la ley, el orden público y las buenas costumbres, es decir, deberá ser lícito.

De igual forma, el objeto de un contrato necesariamente debe ser posible, lo que significa que deberá existir en la naturaleza, ser determinado o determinable y por supuesto, estar dentro del comercio.

1.2.3. Forma

Es importante hacer mención en este apartado que de conformidad con el artículo 1796, el consentimiento bastará para la existencia de un contrato, salvo que se trate de algún contrato que deba tener o revestirse de una forma que sea señalada por la ley.²³

Por lo anterior, es que muchos autores consideran a la forma o solemnidad como elemento de existencia para algunos contratos, ya que de lo contrario serían inexistentes.

1.3. Elementos de validez

De acuerdo con el Diccionario Jurídico Mexicano, el concepto de validez, refiere a aquella "Cualidad de lo que, por no estar afectado de causa alguna de nulidad, es válido y puede producir los efectos jurídicos que le son propios."²⁴ Esto en otras palabras, refiere a que la validez es propiamente lo que hace que un acto tenga consecuencias propias conforme a derecho.

Cuando se habla de validez, pareciera que se está ante un concepto claramente determinado y limitado por completo, sin embargo, se debe reflexionar sobre ello, ya que diversos autores como Hart, Kelsen, Holmes, Dworkin entre otros

²³ Código Civil Federal, 1928, *op. cit.*, véase artículo 1796.

²⁴Real Academia Española, Diccionario Prehispánico del Español Jurídico, véase validez, 2020, p. 386, <https://dpej.rae.es/lema/validez>, fecha de consulta 11 de noviembre de 2021.

han abordado este concepto ampliamente, identificando diversas concepciones, consideraciones y relaciones con otros conceptos, como por ejemplo, con eficacia, con el valor moral, verdad, etc., sin embargo, uno de los consensos más aceptados es el establecimiento de ciertos criterios o elementos de validez de un acto.

La validez de un acto jurídico considerará varios requisitos que en conjunto dotarán al acto en cuestión de ese reconocimiento conforme a las normas vigentes y la generación de las respectivas consecuencias; cabe señalar que estos elementos no implican ningún criterio moral. Entre estos criterios se encuentra: la capacidad; la ausencia de vicios del consentimiento; la licitud en el objeto, motivo o fin del acto; y la forma.

Es importante recordar que el incumplimiento de los requisitos señalados, traerá consigo invalidez del acto, de conformidad con lo establecido en el artículo 1795 del Código Civil Federal y sus correlativos en las demás entidades federativas del país.

Dependiendo del tipo de elemento que haga falta o que no se haya cumplido, se estará ante nulidad absoluta o nulidad relativa, cuyos supuestos también están contemplados en el Código Civil Federal del artículo 2224 y 2242, así como en los distintos códigos civiles de México, apegándose a la teoría de la inexistencia y nulidades de Bonnacase²⁵, no se ahondará en este tema dado que no es la intención propia de la investigación.

Ahora bien, en este apartado resulta apropiado señalar lo que ha comentado Maris Köpcke que, según su pensamiento, hay dos premisas fundamentales que deben ser consideradas cuando se habla de validez: la primera indica que los actos válidos suelen ser conforme a derecho, pero no todos los actos conforme a derecho

²⁵ Contreras López, Raquel Sandra, “Breve Reseña de la Teoría del Acto Jurídico y el Impacto de la Teoría de la inexistencia y nulidades según Bonnacase”, Revista de Investigación Jurídica - Técnico Profesional, México, Año VII, núm. 19, junio a diciembre 2015 pp. 12-13, <https://www.tfja.gob.mx/investigaciones/historico/pdf/breverese%C3%B1adelateoriadelactojuridico.pdf> fecha de consulta 19 de septiembre de 2021.

son válidos²⁶. Igualmente, Maris refiere a que “No es válido todo aquello creado siguiendo los criterios establecidos y que tiene consecuencias jurídicas”.²⁷ Lo anterior es fundamental y de suma relevancia para efectos de esta investigación.

1.3.1. Capacidad

Este concepto proviene “[d]el latín *capacitas* que significa aptitud o suficiencia para alguna cosa”²⁸. De acuerdo con el Diccionario de la Lengua Española, capacidad refiere a la “cualidad de ser capaz...Capacidad intelectual”²⁹ sin embargo cuando se habla de capacidad jurídica este concepto denota una “[a]ptitud legal para ser sujeto de derechos y obligaciones”.³⁰ Esto significa que una persona necesariamente requiere contar con capacidad para poder ejercer sus derechos y asumir obligaciones por su propia cuenta, y que, naturalmente, conlleven a consecuencias jurídicas, ya que de lo contrario se vería limitada para poder efectuar cualquiera de esos actos, y en caso de realizarlos, estos carecerían justamente de validez.

Al hablar de capacidad debe tenerse en consideración en sus dos aspectos: capacidad de goce y capacidad de ejercicio. La primera refiere a lo que se conoce como un atributo de la personalidad, refiere a que una persona será capaz de ser titular de derechos y obligaciones; este tipo de capacidad es adquirida por todas las personas al momento de nacer vivos y viables y se pierde naturalmente con la muerte. El segundo tipo de capacidad es propiamente una aptitud que se adquiere al cumplir la mayoría de edad, ya que refiere a que una persona para ejercer sus derechos y obligaciones por sí misma sin intervención de un tercero, este tipo de

²⁶ Köpcke Tinturé, Maris, “Validez”, en Zamora Fabra, Jorge Luis, y Rodríguez Blanco, Verónica (eds.), *Enciclopedia de Filosofía y Teoría del Derecho*, México, 2015, serie Doctrina Jurídica, Núm. 713, vol. dos, p. 948, <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/8/3796/5.pdf> fecha de consulta 29 de octubre de 2021.

²⁷ *Ibidem*, p. 949.

²⁸ Instituto de Investigaciones Jurídicas, Diccionario Jurídico Mexicano, *op. cit.*, p. 38.

²⁹ Real Academia Española, *op. cit.*, véase capacidad, <https://dle.rae.es/capacidad> fecha de consulta 29 de octubre de 2021.

³⁰ *Ibidem*.

capacidad se pierde cuando se está en algunos supuestos que impiden el entendimiento de las propias acciones.

Cabe precisar que la capacidad está regulada en el Código Civil Federal en sus artículos 1798 y 1799.

1.3.2. Ausencia de vicios del consentimiento

El consentimiento de una persona para la celebración de un acto jurídico es esencial para la validez del mismo, ya que significa que la voluntad ha sido expresada libremente teniendo conciencia plena de lo que se realiza, es decir, de las decisiones que se están tomando y por ende de las posibles consecuencias. Cuando esas decisiones están sesgadas o son perturbadas por algún factor externo se entiende que el consentimiento estará viciado; esas perturbaciones en derecho se conocen como las siguientes: error, dolo o mala fe y violencia.

El error consiste principalmente en tener una falsa concepción, o apreciación de la realidad, de los motivos para celebrar un contrato o inclusive de los efectos del acto en cuestión, es decir, que puede existir error en diferentes componentes del acto jurídico como lo es en cuestiones meramente esenciales como el objeto propio de un contrato, la identidad de la persona que lo celebra, errores de cálculo, en la cantidad contratada, entre algunos otros.

El dolo es conocido como el "... artificio o maquinación engañosa para inducir en el error o mantener en él a la otra parte que interviene en el acto, procurándose por este medio un provecho".³¹, Esto significa que con toda la intención de tener algún beneficio se incita o trata de persuadir a una persona para actuar de cierta manera y conseguir así un beneficio. El dolo se distingue de la mala fe, dado que esta última implica que aun conociendo el error de alguna de las personas que participan en la celebración del acto jurídico, se le trata de ocultar o encubrir.

Violencia es el uso de la "... fuerza física o amenazas que importen peligro de perder la vida, la honra, la libertad, la salud, o una parte considerable de los bienes del contratante, de su cónyuge, de sus ascendientes, de sus descendientes

³¹ Real Academia Española, Diccionario Prehispánico del Español Jurídico, *op. cit.*, p. 397.

o de sus parientes colaterales dentro del segundo grado”.³² Cabe señalar que el elemento para determinar si hay violencia o no es la facultad de resistir a la misma, y el temor reverencial, que es ese temor a desgradar a alguien que tiene una posición pudiera ser jerárquica, o a quien se le tiene respeto y se le obedece, no constituye propiamente violencia.

Los vicios del consentimiento están regulados en el Código Civil Federal del artículo 1812 al 1823.

1.3.3. Licitud en el objeto

Cuando se dice que el objeto de una obligación, es decir, de la naturaleza de la acción o conducta (dar, hacer o no hacer), es lícito, significa que esa conducta no está prohibida por las leyes de orden público ni tampoco por las buenas costumbres, que por lo general, se entienden como conductas bien recibidas por el común de la sociedad.

En virtud de lo anterior, entonces a *contrario sensu* debe entenderse que el objeto será ilícito cuando verse sobre conductas de dar, hacer o no hacer que estén prohibidas en las leyes de orden público o las buenas costumbres; esto está regulado en los artículos 1795, 1830 y 2225 del Código Civil Federal.

En este apartado cabe iniciar con una precisión, si bien el objeto propiamente es un elemento de existencia del acto jurídico, lo es, según Rojina Villegas y el Diccionario Jurídico Mexicano en su sentido directo, es decir como objeto (materia) del contrato propiamente, ya que el objeto indirecto, referirá a la obligación en sí misma (conducta)³³ lo que significa que en este caso, que si la conducta misma que se pide en el acto jurídica, está prohibida conforme a la legislación aplicable vigente, entonces se estaría ante un acto nulo, se deberán estudiar algunos factores, para

³² Código Civil Federal, 1928, Artículo 1819, http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/2_110121.pdf fecha de consulta 9 de noviembre de 2021.

³³ Baca Villarreal, Ma. Del Carmen, “Requisitos del Objeto en el Acto jurídico y las Consecuencias de su inobservancia”, Revista de la Facultad de Derecho de México, México, 1991, T. XLI, núm. 175-176-177, enero-junio, <http://historico.juridicas.unam.mx/publica/librev/rev/facdermx/cont/175/dtr/dtr1.pdf> fecha de consulta 19 de septiembre de 2021.

determinar si se está ante una nulidad absoluta o relativa según lo señala el artículo 2225 del Código Civil Federal.

1.4. Contrato electrónico, contrato digital y contrato informático.

Es usual ver que se confundan los conceptos de contrato electrónico y contrato informático, sin embargo, es fundamental aclarar que no son lo mismo.

De acuerdo a Manuel Barragán, el concepto de contrato electrónico estará formado por la definición tradicional del concepto que ya ha sido ampliamente discutida por diversos autores y sobre la cual se habló en el apartado anterior, pero deberá añadirse lo siguiente: “en el cual el consentimiento o sea el acuerdo de dos o más voluntades se exterioriza por medios electrónicos”.³⁴

Por su parte, Nina Noriega, precisa que las características principales de este tipo de contratos son la “... relación entre las partes asincrónica, perfección de la voluntad en entornos no físicos, mediada. La oferta y la aceptación se perfeccionará a distancia y entre ausentes”.³⁵ Por lo anterior, podría decirse que contrato electrónico es aquel acuerdo de voluntades, cuyo consentimiento se ha externado mediante el uso de medios o mecanismos electrónicos.

Cabe señalar que muchos autores utilizan la terminología de contratos electrónicos como sinónimo de contratos digitales, sin embargo, Jaime Díaz precisa que los primeros “... no dependen de un sistema digital de transmisión de mensaje de datos, en tanto que los contratos digitales serían aquéllos que se perfeccionan con la manifestación de la voluntad y consentimiento de las partes, a través de

³⁴ García Barragán, Manuel, “Contratación Electrónica”, en Domínguez Martínez, Jorge Alfredo, et al. (comp.), *Conmemoración de los 80 años de vigencia del Código Civil*, México, UNAM, Colegio de Profesores de Derecho Civil, 2012, pp. 80, <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/8/3833/6.pdf> fecha de consulta 19 de septiembre de 2021.

³⁵ Noriega, Nina N., “Contratos inteligentes, contratos electrónicos. Disrupción en el mundo jurídico argentino”, *Revista de Derechos Reales y Registral*, Argentina, Número 11, octubre 2019, https://ar.lejister.com/articulos.php?Hash=64154e2cf2fdaafe6776c8c1b8e34dd4&hash_t=f89218ab27405b1f3c53aff8378e6dee fecha de consulta 19 de septiembre de 2021.

medios digitales como lo es las plataformas conectadas a internet”.³⁶

Dentro de este tipo de contratos, se encontrarán los llamados *click wrap agreements* o contratos *click wrap* “que son aquellos en los que una de las partes (aceptante) manifiesta su voluntad de aceptar las condiciones o cláusulas redactadas por la otra (predisponente) mediante un simple "click" en la leyenda "Acepto", "Estoy de acuerdo" o similar (...).³⁷

Lo anterior significa que solamente el oferente es quien ha propuesto ya un formato preestablecido de su contrato, incluyendo términos y condiciones, clausulado en general y, la persona que desee adquirir el bien o servicio, simplemente con un click manifiesta su aceptación respecto a dicho contrato, es decir, aceptará de manera lisa y llana la oferta propuesta. Hoy en día es muy usual ver este tipo de contratos, sobre todo cuando se descargan aplicaciones al celular o en la computadora, o cuando se aceptan los términos y condiciones de alguna página de comercio electrónico.

Ahora bien, los contratos informáticos según lo señala Julio Téllez, son un “acuerdo de partes en virtud del cual se crean, conservan, modifican o extinguen obligaciones relativas a los sistemas, subsistemas o elementos destinados al tratamiento sistematizado de la información”.³⁸ Esto significa, que los contratos informáticos serán contratos en su forma tradicional o electrónica pero cuyo objeto se refiera exclusivamente a cuestiones de naturaleza informática, por lo que generalmente son aquellos que con celebrados con personas físicas o morales que se dedican a proveer bienes y/o servicios informáticos, como por ejemplo, software o hardware, transferencia de tecnología, actualizaciones u optimizaciones, software

³⁶ Díaz Limón, Jaime Armando, “El Valor Jurídico de un Clic”, *Abogado Digital. Estudios sobre Derecho Cibernético, Informático y Digital*, Universidad Ius Semper, 2019, https://app.vlex.com/#search/jurisdiction:MX+inPlanOnly:1+fulltext_in_plan:1+content_type:4+date:2012-08-01../contrato+electr%C3%B3nico/WW/vid/774634569 fecha de consulta 12 de noviembre de 2021.

³⁷ *Idem*.

³⁸ Téllez Valdés, Julio, “Contratos Informáticos”, *Contratos, Riesgos y seguros informáticos*. Universidad Nacional Autónoma de México, México, 1988, p.17, <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/2/909/4.pdf> fecha de consulta 10 de noviembre de 2021.

as a service, entre otros.

1.5. Firma electrónica

Este concepto está formado por dos palabras, por una parte, tenemos la firma y por otro, la naturaleza de ser por medios electrónicos.

Por firma, el Diccionario Jurídico Mexicano hace una cita de Mantilla Molina, donde refiere a varios elementos, primeramente, se precisa que son signos manuscritos realizados por una persona que, como condición primordial, debe tener conocimiento de la lectura y escritura, ya que de lo contrario y al no cumplirse esta condición no podría firmar; la firma, además, indica autenticidad ya que es utilizada por el autor de la misma de manera habitual en aquellos documentos en donde se plasma.

Ahora bien, la naturaleza jurídica de la firma "... es la afirmación de individualidad, pero sobre todo de voluntariedad. En el primer aspecto significa que ha sido la persona firmante y no otra quien ha suscrito el documento. En segundo lugar, que se acepta lo que allí se manifiesta".³⁹

Respecto al concepto "electrónica", el Código de Comercio en su artículo 89 la define como sigue:

Los datos en forma electrónica consignados en un Mensaje de Datos, o adjuntados o lógicamente asociados al mismo por cualquier tecnología, que son utilizados para identificar al Firmante en relación con el Mensaje de Datos e indicar que el Firmante aprueba la información contenida en el Mensaje de Datos, y que produce los mismos efectos

³⁹ Castrillón y Luna, Víctor Manuel, *Nuevo Diccionario Jurídico Mexicano*, Instituto de Investigaciones Jurídicas, UNAM, 2000, p. 220, <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/3/1171/9.pdf> fecha de consulta 2 de noviembre 2021.

*jurídicos que la firma autógrafa, siendo admisible como prueba en juicio.*⁴⁰

En conjunto, puede señalarse que la firma electrónica es entonces la manifestación del consentimiento de forma expresa a través de medios electrónicos que permiten identificar la identidad del firmante. Esta manifestación del consentimiento puede darse, como refiere a Héctor José García presidente de Camerfirma, a través de “(...) un código, una contraseña, un dato biométrico, una clave pictográfica. Al final, es un mecanismo de firma que pongo sobre un documento electrónico (...).”⁴¹

Es importante resaltar también, que la legislación mexicana refiere a la firma electrónica y a la firma electrónica avanzada, la principal diferencia radica en que la segunda, deber cumplir forzosamente con ciertos requisitos que señala el Código de Comercio en su artículo 97 de la fracción I a la IV que, entre otras cosas y en palabras simples puede traducirse como: la autenticidad de quien tiene la calidad de firmante o emisor (autenticidad); la información contenida en el documento firmado solamente puede ser conocida por el firmante (confidencialidad); el firmante no puede retractarse o repudiar su firma, debido a que la firma no puede ser modificada una vez que se ha realizado (no repudiación) y el mensaje o contenido sobre el cual recae la firma electrónica no puede ser modificado (integridad), ya que de ser el caso sería detectada cualquier modificación.⁴²

Cabe precisar que, lo que da certeza del uso de la firma electrónica, respecto a la identidad del firmante y de la manifestación de la voluntad del documento que avala dicha firma, es la tecnología que tiene su base en la criptografía, ya sea

⁴⁰Código de Comercio, 1889, Artículo 89, http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf_mov/Codigo_de_Comercio.pdf fecha de consulta 8 de octubre de 2021.

⁴¹ Walteros Salazar, Liz Dayanna, “Análisis dogmático de los contratos inteligentes en el panorama Actual del derecho privado colombiano”, Universidad Católica de Colombia, consultado en <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/25773/1/210412%20Articulo%20de%20Investigaci%C3%B3n%20Walteros%20Salazar%20Liz%20Dayanna.pdf> el 3 de marzo de 2022.

⁴² Calderón Martínez, Gladys, “Seguridad de la Firma electrónica”, *Praxis de la Justicia Fiscal y Administrativa*, México, Año 2009. núm. 1, <https://www.tfja.gob.mx/investigaciones/historico/pdf/rev1.pdf> fecha de consulta 9 de octubre de 2021.

simétrica o asimétrica⁴³, que utiliza principalmente algoritmos que van subiendo de complejidad, y que la información se pueda hacer legible o ilegible, por lo que ningún externo que no cuente con la llave puedan tener acceso ni modificar el contenido de los datos.

En atención a los elementos que se han referido de manera muy resumida debe contener la firma electrónica, no debe confundirse esta última a una firma digitalizada, que es simplemente la representación de la firma autógrafa realizada por una persona, en una imagen. Este proceso carece de todos los elementos referidos, principalmente, en el Código de Comercio a los que ya se hizo referencia.

En cuanto hace a otras normas, en México, derivado de la recomendación de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil Internacional (CNUDMI), respecto a la Resolución 51/162, del 16 de diciembre de 1996, referente a la Ley Modelo de la CNUDMI sobre Comercio Electrónico⁴⁴ y también de la Ley Modelo de la CNUDMI sobre las Firmas Electrónicas⁴⁵ que precisa cuáles son los elementos necesarios en las firmas electrónicas para que tengan equivalencia funcional a las firmas autógrafas, se realizaron diversas modificaciones a la regulación interna para abonar en un esquema legal mucho más robusto respecto a operaciones contractuales realizadas mediante o a través de diversos medios electrónicos; entre las disposiciones que fueron modificadas estuvieron el Código de Comercio, el Código Civil y el Código de Procedimientos Civiles, así como la Ley Federal del Consumidor ⁴⁶.

1.6. Blockchain

Blockchain tiene su origen desde inicios del siglo XX, a partir de las bases de la criptografía, un sistema de algoritmos codificados para proteger información, cuyo

⁴³ La criptografía simétrica es la que utiliza una misma llave para hacer ambos procesos, encriptar y desencriptar; mientras que la criptografía asimétrica usa dos llaves, una pública y una privada.

⁴⁴ Consultar en <https://undocs.org/es/A/RES/51/162>

⁴⁵ Consultar en <https://uncitral.un.org/sites/uncitral.un.org/files/media-documents/uncitral/es/ml-elecsig-s.pdf>

⁴⁶ Esquivel Vázquez, Gustavo A., "Firma Electrónica", Praxis de la Justicia Fiscal y Administrativa, México, Año 2010. núm. 2, <https://www.tfja.gob.mx/investigaciones/historico/pdf/rev2.pdf> fecha de consulta 19 de septiembre de 2021.

precursor es Alan Turing. Años más tarde, surgió el algoritmo Deffie-Hellman que introdujo el uso de las claves públicas y privadas para poder descifrar un mensaje, y de manera paralela se introdujeron los árboles de Merkle contribuyendo a la criptografía de la llave pública, ya que la estructura de estos últimos logra relacionar diversas transacciones (nodos) a través de su hash con la finalidad de agruparlas por pares y llegar a la raíz. Posteriormente Rivest, Shamir y Adleman crearon el algoritmo RSA que fue resuelto hasta mediados de los años 90's a través del uso de diversos ordenadores.⁴⁷

Ahora bien, en la ecuación resulta fundamental nombrar a Satoshi Nakamoto (nadie conoce realmente su identidad), quien o quienes resolvieron “el problema de los Generales Bizantinos”, que básicamente consistía en que poder llegar a un consenso teniendo factores maliciosos o desleales dentro del sistema. La solución del problema que ofreció Nakamoto fueron los algoritmos de consenso, específicamente la prueba de trabajo, que se abordará más adelante.

Blockchain, ha sido definido de diversas maneras, algunas de ellas son las siguientes:

- “...se trata de un libro descentralizado de transacciones, mantenido por usuarios y no por un tercero de confianza, que funciona principalmente para el intercambio de activos digitales.”⁴⁸ “El ejemplo más claro del uso de blockchain es la cripto-moneda Bitcoin, una divisa virtual y sistema de pagos descentralizado que opera en todo el mundo, independiente de cualquier banco central.”⁴⁹ De lo anterior, se podrá notar

⁴⁷ BBVA, “De Alan Turing al ‘ciberpunk’: la historia de 'blockchain'” consultado en <https://www.bbva.com/es/historia-origen-blockchain-bitcoin/> fecha de consulta 23 de enero de 2023.

⁴⁸ Tasende, Ignacio, “Blockchain y arbitraje: un nuevo enfoque en la resolución de disputas. Especial énfasis en smartcontracts y criptodivisas.”, *Revista de Derecho* (Universidad Católica Dámaso A. Larrañaga, Facultad de Derecho), 2020, n.22 pp.138-159, http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2393-61932020000200138&lng=es&nrm=iso.

⁴⁹ Nava González, Wendolyne, y Morales Rocha, Victor Manuel, “Cumplimiento y ejecución de los acuerdos de transacción derivados de la mediación internacional a través de los contratos inteligentes”, *Revista Chilena de Derecho y Tecnología*, Chile, 2021, vol. 10, núm. 1, p. 17,

que justamente por esas características es que esta tecnología es la base del funcionamiento de Bitcoin, ya que es un libro contable abierto, que puede registrar operaciones entre diversas partes de una manera eficiente, permanente y verificable.⁵⁰

- “...una base de datos descentralizada y distribuida entre todos los participantes, [que] permite que sean los usuarios mismos quienes verifiquen la información contenida en cada bloque a través de un complejo proceso matemático (proof of work algorithm).”⁵¹ Lo importante de esta definición, es que habla sobre la prueba de trabajo, que es el mecanismo principal con el que se van entrelazando las cadenas y favorecen el consenso.

- “... una base de datos en la que, similar a un libro contable, se lleva un registro de cierto número de transacciones, las que forman un bloque inicial llamado génesis”.⁵² Esta definición no solo habla de intercambio de activos digitales, sino que refiere a transacciones, por lo que blockchain no solo debe entenderse como mecanismo útil solamente para manejo de criptomonedas, sino que puede ser utilizada en conjunto con otros instrumentos, herramientas o bien para otras finalidades.

Una vez generado el bloque génesis, posteriormente, ese bloque se conecta a otro, y luego a un tercero, etc., de manera cronológica a través de lo que se conoce como hash⁵³, es por ello que se denomina como cadena de bloques. Cada uno de estos bloques contiene información referente a una transacción específica que se realizó en la red, y se replica en cada nodo, es decir, cada usuario tiene un nodo en

<https://rchdt.uchile.cl/index.php/RCHDT/article/view/58247/67519> fecha de consulta 10 de octubre de 2021.

⁵⁰ Iansiti, Marco y Lakhani, Karim R., “The Truth about Blockchain”, *Harvard Business Review*, Estados Unidos de América, 2017, Enero-Febrero, p. 4

⁵¹ Corredor, Daniela, “Los Smart Contracts, la red blockchain y el derecho de retracto”, *Competencia Económica y Consumo*, Colombia, 5 de febrero de 2019, <https://propintel.uexternado.edu.co/los-smart-contracts-la-red-blockchain-y-el-derecho-de-retracto/> fecha de consulta 19 de septiembre de 2021.

⁵² Nava González, Wendolyne, y Morales Rocha, Victor Manuel, *op. cit.*, p. 187.

⁵³ Este término refiere a una cadena de números que son resultado de una operación matemática de un solo sentido, que da como resultado único la combinación de caracteres de un bloque, esta combinación se mantendrá fija en cuanto a su longitud y se repetirá en todos los bloques.

donde puede dar cuenta de la existencia de los demás bloques creados o ya existentes.

Cabe señalar que los bloques, y por tanto la información que contienen, debido al tamaño de las cadenas, y de la publicidad de la red, no pueden ser modificados por ninguno de los nodos; este proceso, ayuda a conservar otra de las características del *blockchain*, la descentralización. Esto, significa que "...no existe una autoridad central, como un banco, Gobierno u otro tipo de institución que almacena, administra y valida los registros"⁵⁴, y cabe resaltar que cada uno de ellos actúa de manera independiente. Sin embargo, lo que sí realiza cada nodo, través de lo que se conoce como mineros es la verificación y validación de las transacciones, que tuvo lugar a través de algoritmos criptográficos de claves públicas o cifrado asimétrico⁵⁵. Los nodos son igual de importantes en toda la cadena en la que están conectados y además pueden no conocerse entre ellos, lo que abona también a la seguridad de esta tecnología.

Es fundamental referir que *blockchain* tiene cuatro principales características: inmutabilidad, descentralización, consenso y transparencia.

El concepto de *blockchain* es fundamental cuando se habla de Smart Contracts, ya que es la principal tecnología utilizada y gracias a la cual funcionan, lo que la constituye su principal pilar, ya que de ella deriva su carácter automatizado de cumplimiento sin la intervención de algún otro intermediario.⁵⁶

1.7. Algoritmos de consenso

⁵⁴ Nava González, Wendolyne, y Morales Rocha, Victor Manuel, *op. cit.*, p. 187.

⁵⁵ Champagne, Phil, *El Libro de Satoshi*, España, Blockchain España, 2014, pp.21- 24, <http://www.libroblockchain.com/satoshi/> fecha de consulta 2 de diciembre de 2021.

⁵⁶ Fernández Espinosa, Luz, "Qué son los 'smart contracts' o contratos inteligentes", BBVA, 2019, <https://www.bbva.com/es/smart-contracts-los-contratos-basados-blockchain-no-necesitan-abogados/> fecha de consulta 8 de octubre de 2021.

El sistema *Blockchain* funciona principalmente con lo que se denomina mecanismos o algoritmos de consenso, dentro de ellos se encuentra lo que se denomina prueba de trabajo o *proof of work* en inglés ("Pow") y la prueba de estado o prueba de participación o denominada en inglés *proof of stake* ("Pos"). Tanto Pow como Pos tienen como principal objetivo validar por consenso las transacciones que se han realizado en la cadena de bloques.

Para la validación de la cadena de bloques se utilizan ciertas reglas: en el caso de un algoritmo de consenso basado en pruebas de trabajo, considerará que una cadena es válida cuando tenga más trabajo, es decir tenga más bloques y por tanto sea más larga. Para el algoritmo de consenso basado en pruebas de estado, la cadena que haya recibido más apoyo de los diversos nodos.

Las diferencias entre ellos son las siguientes:

Prueba de Trabajo	Prueba de estado/participación
Existe una competencia entre los diversos mineros para la resolución de un problema matemático complejo, cuya solución, debe ser fácil de comprobar una vez resuelto.	No tiene dependencia a la velocidad y energía de las computadoras que participan en el Pow, sino que este mecanismo se basa en la tenencia de monedas, se elige uno de los nodos y solamente ese es quien colocará el bloque.
Para poder participar se requiere de un ordenador potente, ya que son competencias para resolución de problemas matemáticos que implican tiempo y energía.	Además de un ordenador se requiere de criptomonedas para poder participar, se elige a quien más monedas posea.
Se otorga una recompensa al minero que resolvió el problema.	No se otorga recompensa, sino que se paga una compensación o fee por cada transacción en la que se tuvo participación
Se evita el doble gasto, ya que se los demás competidores pueden revisar casi instantáneamente la resolución del problema matemático.	El nodo ganador es quien valida el bloque y lo coloca dentro de la cadena.
Tiene un gasto de energía importante.	Representa un ahorro de energía vs. una Pow.
Los bloques se dice que son extraídos.	Los bloques son acuñados/forjados.

Cuadro 1.

A manera informativa Bitcoin utiliza las pruebas de trabajo en su funcionamiento mientras que la red Ethereum utiliza las pruebas de estado.

Además de lo antes referido es importante señalar que si bien, la PoW y la PoS son las más comunes y conocidas, existen modelos alternativos de consenso:

- Prueba de autoridad o PoA por sus siglas en inglés (Proof of authority) es un mecanismo o algoritmo de consenso que por lo regular se utiliza en las *Blockchain* privadas y se basa en la reputación. Surge en el año 2017, y se le atribuye a Gavin Wood. Este algoritmo permite validar operaciones de una manera eficiente y práctica, ya que puede resolver más transacciones por segundo que las Pow y las PoS, esta es, inclusive, su principal ventaja. Este algoritmo no utiliza tokens o monedas o gas como base para la validación de un bloque en la cadena sino la reputación misma de una persona; cabe señalar que el número de validadores se encuentra limitado.⁵⁷
- Prueba de Identidad o PoI por sus siglas en inglés (Proof of Identity) es un algoritmo de consenso alternativo que se basa, como su nombre lo dice, en la identidad de las personas, es decir, un individuo identificado recibe una unidad de voto que, de igual manera se encuentra identificada y con ello, su recompensa o token asociado. Una de las principales ventajas de este algoritmo en comparación con las pruebas de trabajo o de estado es que no se requieren pseudónimos y pudiera utilizarse Inteligencia artificial, biométricos⁵⁸, y por tanto, ser considerada por tal motivo más segura.
- Prueba de Locación: este tipo de tecnología es utilizada con la finalidad de que un dispositivo envíe directamente a la cadena de bloques su ubicación física (coordenadas geográficas), esto hace que los datos sean confiables y puedan ser utilizados como oráculo en un Smart Contract, esto hace que sea distinto a un servicio de gps.⁵⁹

⁵⁷Binance Academy, Proof of Authority Explained, 2018, <https://academy.binance.com/en/articles/proof-of-authority-explained> consultado el 24 de enero de 2023.

⁵⁸Wikipedia, Proof of Identity, 2022, [https://en.wikipedia.org/wiki/Proof_of_identity_\(blockchain_consensus\)#:~:text=Proof%20of%20identity%20\(PoI\)%20is,associated%20rewards%20\(minting%20token\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Proof_of_identity_(blockchain_consensus)#:~:text=Proof%20of%20identity%20(PoI)%20is,associated%20rewards%20(minting%20token)) consultado el 25 de enero de 2023.

⁵⁹ GitBook, Proof of Location, 2019, <https://tokens-economy.gitbook.io/consensus/chain-based-proof-of-capacity-space/dynamic-proof-of-location> consultado el 25 de enero de 2023.

1.8 Blockchain Públicas y Blockchain Privadas.⁶⁰

Si bien, la definición de Blockchain ya fue abordada, y su funcionamiento y funcionalidad son conocida a nivel global, es muy importante señalar que existen dos tipos de blockchain: las blockchain públicas y las blockchain privadas, en donde la principal diferencia entre ambas radica en quién o quiénes tienen acceso a ellas. Cabe señalar que en algún momento pudieran surgir otros tipos de blockchain que consideren factores distintos, o adicionales a los referidos, o quizás exista en algún momento alguna otra clasificación para distinguirlas.

1.8.1. Blockchain públicas

También son conocidas como Blockchain permitidas. Este tipo de cadena de bloques permite a cualquier persona ser partícipe de ellas, y justamente es esa característica lo que hará que funcionen mejor.

La participación de una persona consiste básicamente en validar transacciones matemáticas, o emitir votos en favor o en contra de una bifurcación.

Para que haya interesados en participar existe un sistema de incentivos. A las personas que deciden participar en estas cadenas se les denomina mineros.

1.8.2. Blockchain privadas

También son conocidas como Blockchain no permitidas. En estas cadenas de bloques el acceso es limitado, solamente pueden participar en ellas quienes han sido invitados y, además, tienen una autorización para ello, esto puede implicar que requieran validación de accesos o bien sistemas de seguridad definidos.

Este tipo de Blockchain normalmente es utilizada por empresas privadas, justamente con la intención de mantener el control de la red, ya que solamente los usuarios con ciertos privilegios son quienes tienen la facultad para otorgar permisos, aceptar o negar accesos, modificar las reglas, entre otras acciones.

⁶⁰ Conexión ESAN, "Blockchain pública vs privada: ¿cuál es la diferencia?", Graduate School of Business, Perú, 2019, <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/blockchain-publica-vs-privada-cual-es-la-diferencia-1> consultado el 21 de mayo de 2022.

Otra característica de este tipo de cadena de bloques es el costo operativo, ya que pueden no incluir recompensas, su velocidad es mayor y por tanto, su gasto de energía eléctrica es menor a las públicas.

Para efectos del presente documento se hará referencia como Blockchain a la versión pública descentralizada, como el blockchain de Bitcoin, el más popular y exitoso hasta el día de hoy, sin embargo, es importante referir que existe también Ethereum, cuya moneda funcional es el ether, y es considerada la segunda más estable y de más valor y, como ya se indicó, no funciona mediante el algoritmo de consenso PoW o Prueba de trabajo sino con pruebas de estado.

A manera de ampliar el conocimiento del lector, Ethereum cuenta con un entorno o máquina de estado distribuida (se sustenta por miles de dispositivos ejecutando información de un cliente de Ethereum) en donde se encuentran todas las cuentas y contratos inteligentes de sus clientes, así como todos los saldos de los mismos, este entorno es el que mantiene el funcionamiento sin interrupciones y sin cambios, es denominado Ethereum Virtual Machine (“EVM”). Esta máquina sirve para cambiar el estado de la información de bloque a bloque en la Blockchain, es decir, la estructura de los datos alojados (por lo general se usa la estructura de árbol de Merkle), con reglas específicas, que son definidas por la misma EVM.⁶¹

1.9. Smart contracts

Los *Smart Contracts* tuvieron su aparición hace ya unos años, el término *Smart Contracts*, fue utilizado por primera vez en 1996, es decir, tiene menos de 30 años que fue implementado; se le atribuye a Nick Zabo, un científico de la computación estadounidense que, en su momento, los definió como “Un conjunto de promesas declaradas de forma digital, utilizando protocolos a través de los cuales las partes cumplen y verifican dichas promesas.”⁶²; en otras palabras, podría decirse que los *Smart contracts* refieren o son protocolos para una transacción computarizada que

⁶¹ Véase <https://ethereum.org/es/developers/docs/evm/>

⁶² *Ibidem*. p. 189.

ejecutan de manera automatizada y sin la intervención humana, los términos previamente programados de un contrato.

Si bien el concepto de *Smart Contracts* fue esbozado en el siglo pasado, no fue sino hasta inicios de este que tuvo su primera oportunidad, ya que en 2009 se hizo realidad su utilización a través del *blockchain* y, es a partir de esa época cuando la compañía Ethereum implementó ciertos códigos y programación que funcionaron para poder crear este tipo de contratos autoejecutables.⁶³

La utilidad principal de los Smart Contracts hasta el día de hoy es relacionada completamente con temas financieros, principalmente en criptomonedas, las más conocidas bitcoins, o bien apertura de inversiones con instrucciones automatizadas⁶⁴. Es por ello, que en los últimos años se ha relacionado a los *Smart Contracts* únicamente con las criptomonedas, y especialmente con Bitcoin, debido a que, para muchos, “[e]l protocolo de Bitcoin, que básicamente registra la constancia de un pago, se puede considerar como una versión primitiva de un contrato inteligente”.⁶⁵

Sin perjuicio de lo anterior, es importante destacar que los *Smart Contracts* podrían tener múltiples propósitos en diversos campos de aplicación, es decir, su funcionalidad y alcance no ha sido del todo explorado, y muchos abogados consideran que podrían tener aplicaciones inimaginables en este momento⁶⁶ y en el futuro.

⁶³ *Idem.*

⁶⁴ Cinco Días, “¿El blockchain puede mejorar la participación política?”, *El Economista*, 08 de diciembre de 2017, consultado en <https://www.eleconomista.com.mx/tecnologia/El-blockchain-puede-mejorar-la-participacion-politica-20171208-0041.html> fecha de consulta 8 de octubre de 2021.

⁶⁵ Iberdrola, “Smart contracts’: contratos inteligentes para formalizar acuerdos en la era digital”, *Smart Contracts*, consultado en <https://www.iberdrola.com/innovacion/smart-contracts> fecha de consulta 21 de noviembre de 2021.

⁶⁶ *Idem.*

Ya se ha abordado la utilidad al día de hoy de este tipo de contratos, pero ¿cómo se definen? De acuerdo con Valencia Ramírez “son un programa informático que facilita, asegura, hace cumplir y ejecuta acuerdos registrados entre dos o más partes”⁶⁷. Como puede apreciarse esta definición no señala que se trate de un contrato precisamente sino que el concepto que utiliza es un acuerdo, tal como se precisó en la sección 1.1. de conformidad con lo expresado por Simental. Adicionalmente, quizás la precisión que podría hacerse a esta definición es que el cumplimiento y ejecución de esos acuerdos es de manera automática, sin la intervención de ninguna de las partes.

Lo anterior resulta importante para precisar entonces su naturaleza jurídica, ¿son contratos o no?

Para muchos autores la respuesta es sí, aunque la diferencia con los contratos “normales”, y por su puesto su naturaleza, radica en que un Smart Contract “... está escrito en lenguaje virtual y tiene la facultad de ejecutarse y hacerse cumplir por sí mismo, de forma autónoma y automática, a partir de una serie de parámetros programados”.⁶⁸ Por lenguaje virtual en esta concepción, pueden entenderse aquellos conocimientos técnicos, el lenguaje de código, los protocolos de intercambio de información a través de redes, etc. Para algunos otros autores, estos contratos simplemente son la traducción de un contrato tradicional redactado en lenguaje coloquial a *contractware* o lenguaje de programación de un contrato⁶⁹.

También está otra postura que señala que no lo son, sino que simplemente se trata, desde una óptica meramente técnica o informática, como “(...) una secuencia de código y datos que efectúa la operación en su caso prevista y que no

⁶⁷ Valencia Ramírez, Juan Pablo. “Contratos inteligentes.” Revista de Investigación en Tecnologías de la Información, 2019, v. 7, n. 14, pp. 1-10, <https://www.riti.es/ojs2018/inicio/index.php/riti/article/view/180> fecha de consulta 10 de noviembre de 2021.

⁶⁸ Iberdrola, *op. cit.*, sin página.

⁶⁹ Nava González, Wendolyne, y Morales Rocha, Victor Manuel, *op. cit.*, p.193.

constituye un contrato en sentido jurídico a pesar de que tal término figure en su nombre”.⁷⁰ Sin lugar a dudas, este es un tema bastante polémico ya que no hay aún un consenso en la doctrina sobre la denominación y naturaleza jurídica de los *Smart Contracts*.

Ahora bien, ¿son lo mismo los Smart Contracts que los contratos electrónicos? La respuesta inmediata es no; sin embargo, “... ambos se llevan a cabo en entornos remotos, digitales, mediados por internet”.⁷¹ De acuerdo con Nina Noriega, “No siempre un contrato electrónico se transforma en un contrato inteligente.”⁷² Como dice el Doctor Alejandro Herrán: “la mayoría se quedarán tontos” ya que para que pudieran transformarse, o mejor dicho, nacer inteligentes “se tendrá que recurrir a elementos informáticos de código (...), al igual que se tendrá que recurrir a los oráculos (...), la minería profunda (...), plataformas mediadoras bajo tecnología blockchain (...) entre otras distinciones”.⁷³

Otro punto que resulta importante comentar es que, para muchos, un Smart Contract no es precisamente inteligente, ya que no posee la capacidad de aprender que sí tiene por ejemplo la inteligencia artificial⁷⁴, sin embargo, es innegable que se trata de una forma muy particular y un tanto distinta a los contratos tradicionales.

En este mismo tenor, existe también la interrogante respecto a los contratos ricardianos que pudieran ser muchas veces confundidos con los Smart Contracts, por lo que en aras de identificarlos de forma correcta, es menester señalar la principal diferencia entre ellos, que radica en que, el lenguaje que utilizan es comprensible para las personas, y para las máquinas; con documentos que se

⁷⁰ Legerén-Molina, Antonio, “Los contratos inteligentes en España, La disciplina de los smart contracts”, *Revista de Derecho Civil*, Universidad A Coruña, España, abril-junio 2018, vol. V, núm. 2, p. 195, consultado en <https://www.nreg.es/ojs/index.php/RDC/article/view/320/267> el 15 de febrero de 2022.

⁷¹ Noriega, Nina N., *op. cit.*, sin página.

⁷² *Idem*.

⁷³ *Idem*.

⁷⁴ Nava González, Wendolyne, y Morales Rocha, Victor Manuel, *op. cit.*, p. 191.

encriptan y relacionan con un hash para integrarse en la blockchain, pero no tienen la característica de autoejecutarse por sí mismos.

1.9.1. Características

Los Smart Contracts además de las características que se ha visto tienen todos los tipos de contratos, tienen las siguientes:

- **Autoejecutabilidad:** esto significa que, si una condición estipulada en el contrato ocurre, necesariamente se activará la consecuencia pactada de manera automática, sin necesidad de la intervención humana. Esta característica es inherente o propia de este tipo de contratos ya que la programación con la que son diseñados se basa en condiciones lógicas.
- **Descentralización:** refiere a que la red sobre la que está construida el Smart Contract se encuentra “gestionada, almacenada y custodiada por múltiples ordenadores/persona[s]”⁷⁵ esta característica permite a los Smart Contracts que no solamente exista una o dos copias del contrato, sino que todos los participantes, es decir, todos los nodos, tendrán una copia del mismo, ya que la información se comparte con todos. Esto permite también que las partes no requieran de otros intermediarios para la celebración del contrato, como por ejemplo un notario, testigos, jueces, etc.
- **Transparencia:** las operaciones son visibles para todos los nodos en todo momento, por lo que las Partes tienen certeza de que no pudieron ocultarse en algún momento para ser modificadas. El uso de blockchain permite que las operaciones sean rastreables, ya que hay un trazo digital en todo momento.
- **Inmutabilidad:** esta característica también da certeza a los contratantes de que el contrato no puede ser modificado en el tiempo, ya que la utilización de la tecnología blockchain garantiza que ninguno de los acuerdos se modifique, se sustituya, o se elimine.

⁷⁵ Noriega, Nina N., *op. cit.*, sin página.

- Autoverificación: esta característica, podría considerarse como producto de las anteriores ya que todas ellas contribuyen a que justamente el Smart Contract, no requiera ser verificado o interpretado por ninguna de las partes participantes, toda vez que tanto su redacción como cumplimiento consta de manera fehaciente en la cadena de bloques.

Cabe resaltar que las características enunciadas forman parte de las ventajas o beneficios que tienen este tipo de contratos como la autonomía, la transparencia de las operaciones, la seguridad y la confianza.

1.10. Oráculos

Los Smart Contracts, si bien tienen como una de sus características principales su autoejecutabilidad, esto se logra a través de información que detona la ejecución; cabe recalcar que los Smart Contracts funcionan con la información alojada en ellos, es decir, en la cadena de bloques, sin embargo, “en la mayoría de los casos es necesaria la información del exterior, a fin de ejecutar las condiciones contenidas a través de oráculos.”⁷⁶ En otras palabras, un oráculo permitirá acreditar si las condiciones del contrato se han cumplido o no, los momentos clave de las obligaciones, e inclusive pudiera no detonarse su autoejecución.

La información u oráculo puede ser de naturaleza pública o privada, de fácil acceso o no, y dependerá mucho del tipo de obligación que se haya pactado.

Para ejemplificar lo anterior, puede señalarse que si la obligación está ligada a algún indicador como al Índice Nacional de Precios al Consumidor, al clima o a la bolsa de valores, se tratará de información de naturaleza pública y fácil de acceder a ella, pero por el contrario, si se trata de algún dato no público que requiera interpretación o que alguien la valore, es indispensable que una persona participe en ese proceso, es decir un tercero que las partes hayan elegido será quien brinde,


⁷⁶ Nava González, Wendolyne, y Morales Rocha, Victor Manuel, *op. cit.*, p. 194.

confirme cierta información directamente a la *Blockchain* para que el *Smart Contract* pueda ser ejecutado conforme a las obligaciones previstas en él.⁷⁷

Ahora bien, la función de los oráculos es vital para los *Smart Contracts*, toda vez que, si no proporcionan la información correcta por cualquier circunstancia, principalmente por algún ataque, los resultados pueden ser erróneos, tal como ocurrió en 2020, cuando se hizo una transacción errónea por 100 millones de dólares derivado de un ataque a Compound, una plataforma de finanzas. “El oráculo debe ser tan confiable como el smart contract al que va a proveer información.”⁷⁸

⁷⁷ *Idem.*

⁷⁸ Ast Federico, “Oráculos: Conectando los Smart Contracts con el Mundo”, *Astec*, 2020, <https://medium.com/astec/or%C3%A1culos-conectando-los-smart-contracts-con-el-mundo-9bcfda4ebffb> fecha de consulta 26 de enero de 2023.



Capítulo 2
Análisis normativo de los Smart
Contracts.

Capítulo 2. Análisis normativo de los Smart Contracts.

2.1 Marco Internacional

Coloquialmente se dice que el derecho va detrás de la realidad, y en la materia de *Smart Contracts* no es la excepción; antes de que la aparición formal de este tipo de contratos, no se contemplaba a nivel mundial una regulación que hablara del tema ni se había emitido una regulación específica al respecto. A diferencia de hoy en día, existen regulaciones que se pueden tomar como marco de referencia o de aplicación análoga a este tipo de contratos o al menos, a ciertos aspectos que están relacionados con ellos. Además, existen ciertas regulaciones específicas en algunos países que, quizás sienten precedentes que en los siguientes años pudieran ser tomados como base para una regulación propia.

2.1.1 Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil (CNUDMI)

Para comenzar, es importante referirse a La Ley Modelo en materia de Comercio Electrónico de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil (CNUDMI) y la guía para su implementación en el derecho interno, ya que desde su creación en 1996 se empezaron a acuñar y reconocer términos que son clave respecto al uso de la tecnología en la materia contractual tales como por ejemplo: mensajes de datos, escrito, original y equivalente funcional, mismos que son de gran utilidad si se toma en cuenta una de las definiciones que se abordaron en el capítulo anterior de *Smart Contract*, al ser interpretado como un contrato que luego es traducido con lenguaje de programación, que puede ser consultado y que no requiere un papel para su interpretación.

Por otro lado, la Ley Modelo de la CNUDMI en materia de Comercio Electrónico, si bien no refiere de manera puntual o específica a los *Smart Contracts*, nos da un panorama o punto de partida para que los países tengan en consideración aquellos conceptos o situaciones que, al menos en comercio internacional, reducirán los impedimentos en el reconocimiento de aquellos actos que se llevan a

cabo mediante el intercambio electrónico de datos (EDI) principalmente, ya que también utilizan ciertas teorías ya existentes respecto a los emisores y receptores de un mensaje (iniciador y destinatario), pero también son la base para que existan otras formas de contratación, o que pudieran servir de base para una posible legislación en la materia de *Smart Contracts* en aquellos países que la han tomado como modelo para su regulación interna.

Otra de las regulaciones que deben tenerse en consideración es la Ley Modelo de la CNUDMI sobre las Firmas Electrónicas, ya que debe recordarse que un Smart Contract, podría llegar a iniciarse o efectuarse mediante su uso, es más, la misma tecnología *Blockchain* es utilizada para algunas firmas electrónicas. Lo que debe resaltarse de este ordenamiento, es que la voluntad de una persona para obligarse a algo puede expresarse por otros medios, esto es, a través de datos electrónicos que se recaban en mensajes de datos que provienen de una persona que se puede identificar. Tener este concepto en mente, abre y confirma la posibilidad de que los *Smart Contracts* sean firmados mediante firmas electrónicas.

También existe la Convención sobre la Utilización de las Comunicaciones Electrónicas en los Contratos Internacionales de la CNUDMI, que establece las bases para que pueda utilizarse la comunicación electrónica en el comercio internacional para garantizar que “los contratos concertados electrónicamente y las comunicaciones intercambiadas por medios electrónicos tengan la misma validez y sean igualmente ejecutables que los contratos y las comunicaciones tradicionales sobre papel”.⁷⁹

Puede entonces deducirse que, si bien a nivel internacional no existe hasta el día de hoy una regulación internacional específica ni universalmente consensuada sobre esta materia, no cabe duda que cada Estado deberá enfrentar nuevos desafíos y retos en materia jurídica para ir adecuando su propia regulación

⁷⁹ Comisión De Las Naciones Unidas Para El Derecho Mercantil Internacional, Convención de las Naciones Unidas sobre la Utilización de las Comunicaciones Electrónicas en los Contratos Internacionales (Nueva York, 2005), https://uncitral.un.org/es/texts/ecommerce/conventions/electronic_communications fecha de consulta 5 de marzo de 2022.

interna; ejemplo de ello es el caso de The DAO que se abordará en el capítulo siguiente que es un precedente que demuestra la importancia que tiene la regulación de cada Estados para prevenir que se abuse de las lagunas en la legislación cuando se aplican este tipo de tecnologías y tienen un impacto en las esferas económicas y jurídicas tanto de personas físicas como de personas morales.

Es por lo anterior, que cada país ha adoptado diversas posturas respecto a los *Smart Contracts*, y se ha iniciado un proceso de regulación que, aunque a paso lento, ha ido enfocándose gradualmente en temas relacionados con *Blockchain* y *Smart Contracts*, a continuación, se ejemplifican algunos casos de ello:

2.1.2 Estados Unidos de América

Estados Unidos de América, pertenece al sistema jurídico conocido como *Common Law*, si bien este sistema se caracteriza por basarse en precedentes judiciales, no significa que no exista un marco normativo, es por ello que se ha empezado a regular respecto a *Blockchain* y *Smart Contracts* en algunos de sus Estados:

Nevada: Desde el 2017 este Estado de USA modificó la *Uniform Electronic Transactions Act* para incluir en ella una definición propia de lo que se entiende por blockchain así como el reconocimiento expreso en la legislación de dicho Estado de la tecnología blockchain y de los Smart Contracts. De igual manera se modificaron los Revised Statutes para prohibir cualquier clase de impuesto o cuota por el uso del block, ni tampoco la necesidad de una licencia, permiso o certificado o requerimiento relacionado con el uso del blockchain.⁸⁰

En este Estado la definición de Blockchain contiene 3 elementos principales: orden uniforme; se garantiza la consistencia y no repudiación de los datos o transacciones contenidas en la cadena de bloques dado que son mantenidas y procesadas por varias computadoras u ordenadores; su validez se basa en la criptografía.⁸¹

⁸⁰ Legerén-Molina, Antonio, *op. cit.*, p. 210.

⁸¹ *Idem.*

Vermont: en este estado se hizo posible que el uso de los registros que son producto de la tecnología Blockchain pudieran ser legalmente utilizados en registros, contratos o para temas de propiedad intelectual.⁸² Esto significa que para todas estas materias, los registros que se obtienen de la tecnología Blockchain son eficaces y por tanto son aceptados legalmente.

Delaware: hubo modificaciones en su ley estatal para trabajar en diversas fases, la primera de ellas fue la utilización de blockchain en los registros del Estado, posteriormente se aprobó el Uniform Commercial Code y como tercera fase se permitió un avance en cuestión corporativa en la implementación de la tecnología Distributed Ledger Technology (DLT) (es el envío de datos en tecnología de contabilidad distribuida) en temas accionarios de las empresas.⁸³

Arizona: en este Estado se aprobó en 2018 un proyecto de Ley que haría que las empresas utilizaran tecnología DLT, así como las firmas o registros en Blockchain y Smart Contracts, esta ley es conocida como Ley HB 2417, y es importante ya que establece definiciones para ambos conceptos:

(Traducción propia) "Tecnología blockchain": tecnología de registro distribuido, que es descentralizado, compartido y replicado y que puede ser público o privado, con o sin autorización, o manejado a través de cripto economía con token o sin token. Los datos del libro mayor están protegidos con criptografía, son inmutables y auditables y proporcionan una verdad no censurada.⁸⁴

(Traducción propia): "Contrato inteligente": programa que es impulsado por eventos, que se ejecuta en un libro mayor distribuido, descentralizado, compartido y replicado y que

⁸² *Idem.*

⁸³ *Idem.*

⁸⁴ State of Arizona, HB 2417, House of Representatives, Fifty-third Legislature, 2017, p. 2, consultada en <https://www.azleg.gov/legtext/53leg/1r/bills/hb2417p.pdf> el 20 de junio de 2022.

puede tomar el control e instruir la transferencia de activos en ese libro mayor.⁸⁵

Es importante resaltar que en esta Ley se le da a los Smart Contracts plenos efectos jurídicos, validez y ejecutabilidad y reconoce su existencia en el comercio.

De igual manera, cabe comentar que en enero de 2022 en este mismo Estado se presentó un proyecto para legalizar el bitcoin como moneda de pago.

En Arizona y Nevada es posible utilizar como evidencia un Smart Contract.

Wyoming: en este estado, se ha abordado de manera amplia la existencia de tecnologías como *Blockchain* y *Smart Contracts*, ya que son figuras reconocidas inclusive para la formación de sociedades autónomas descentralizadas (DAO's, que será vistas más adelante). En su archivo SF0038, define los Smart Contracts como una operación automatizada que comprende códigos y lenguaje de programación, que ejecuta los términos de un acuerdo, y que pueden incluir tomar la custodia de la transferencia de activos, administrar los votos de los miembros de la sociedad autónoma descentralizada o ejecutando instrucciones basándose en la existencia o no de un suceso (traducción propia)⁸⁶. Un dato curioso es que inclusive tienen preferencia en caso de que los estatutos de una DAO y el *Smart Contract* estén en conflicto. En 2022, se realizó un *amendment* o modificación en donde en vez de referir en la definición de *Smart Contracts* a la ejecución de los términos de un acuerdo se precisó la necesidad de su incorporación a *Blockchain*⁸⁷.

2.1.3 Bielorrusia⁸⁸

Este país forma es una referencia en materia de Smart Contracts ya que fue la primera república que emitió legislación específica en la materia, que forma parte de su legislación civil, a través del denominado Decreto No. en 2018.

⁸⁵ *Idem*.

⁸⁶ State of Wyoming, "SF0038 - Decentralized autonomous organizations", *Legislation 2021*, 67 th Legislature, 2021, <https://www.wyoleg.gov/Legislation/2021/SF0038> consultado el 25 de enero de 2023.

⁸⁷ Vease <https://www.wyoleg.gov/Legislation/2022/SF0068>

⁸⁸ Walteros Salazar, Liz Dayanna, *op. cit.*, pp. 12-13, el 3 de marzo de 2022.

El decreto, sienta un precedente ya que legaliza el uso de las denominadas *Initial Coin Offering* o ICO por sus siglas en inglés, las criptomonedas y los *Smart Contracts*. A estos últimos los define básicamente como un programa de código diseñado o la operación de un libro de transacciones o sistemas distribuidos para la ejecución automatizada y/o el establecimiento de transacciones u otras acciones legalmente significantes.

Cabe resaltar que, además, se crearon múltiples beneficios fiscales o tributarios, consistentes en cero gravámenes, es decir, estarían libres de impuestos aquellas actividades que tuvieran una relación con la creación, venta, compra de lo que se conoce como tokens.

Cabe resaltar también que los *Smart Contracts* en Bielorrusia sí son considerados como evidencias.

2.1.4 Colombia

Colombia pertenece al Sistema Romano, es decir, está basado en normas o legislación escrita. Sin embargo, no cuenta al día de hoy, con una legislación específica respecto a los *Smart Contracts*, pero tampoco ninguna norma que prohíba su uso. Esto se fundamenta en la Ley 1341 de 2009, que contiene el principio de neutralidad tecnológica, que refiere a la posibilidad de utilizar las Tecnologías de la Información y Comunicación libremente para fines legítimos que por supuesto no estén prohibidos.

Es por lo anterior, que para la interpretación en el uso y ejecución de los *Smart Contracts* se atiende a la legislación civil y mercantil. Se toma en consideración la definición de contrato, así como el uso de la teoría de la aceptación que también se encuentra en su Código de Comercio, ya que al aceptar o rechazar una oferta por medios electrónicos, podría entenderse que se realiza entre personas presentes.

Cabe mencionar que, desde el año de 1999, con la denominada Ley 527, se permitió la utilización de los mensajes de datos en el comercio electrónico, así como las firmas electrónicas.

En Colombia, una firma electrónica tiene validez cuando cumple con tres requisitos fundamentales: que el firmante pueda ser identificado y se le pueda atribuir la firma; que la privacidad del mensaje se garantice a través de cifrado y; que el mensaje de datos se mantenga íntegro desde que fue emitido hasta su recepción y apertura, y en caso de alteración, esta pueda ser detectada. El principal sistema mediante el cual opera una firma electrónica es la criptografía, que, en palabras muy simples, significa que el emisor del mensaje de datos cuenta con una especie de llave, esto es, una clave que sirve para abrir el mensaje.

Como dato adicional, en temas relacionados con *Blockchain*, en este país se han iniciado a conversar en su agenda legislativa temas relacionados a criptomonedas y su regulación para ser utilizadas en operaciones regulares efectuadas tanto entre personas físicas como entre personas morales. Resulta relevante mencionar que se busca incluir también su control, registro y, además serían auditables. Se puso sobre la mesa la posibilidad de implementar un registro para todas aquellas personas que manejan bitcoin.

No se omite mencionar que las criptomonedas en Colombia no son reconocidas por su Banco Central como moneda de curso legal ni oficial, derivado a que no cuentan con respaldo de ninguna entidad bancaria ni de un banco central, sino que solamente se les reconoce como divisas, pero ello no implica que estén sujetas a ser auditadas, controladas ni tampoco reguladas.

2.1.5 España

España también pertenece al sistema neoromanista, y al igual que Colombia, no cuenta con una regulación específica que verse sobre el concepto, tratamiento, ejecución ni interpretación de los *Smart Contracts*. Sin embargo, también se ha utilizado la regulación existente para los contratos en general, aquellas disposiciones referentes a la contratación por medios electrónicos y aquella sobre los servicios de información.

Principalmente debe entenderse que la forma en que se redactan los *Smart Contracts*, es decir, en código informático, a la luz de la legislación española no

representa un impedimento para que sean válidos, toda vez que su Código Civil no especifica una forma para el reconocimiento de la voluntad de las partes, salvo casos en específico.

Cabe señalar que en España existe una regulación específica para los contratos electrónicos, se trata de la Ley de servicios de la Sociedad de la Información y del Comercio Electrónico, o conocida por sus siglas como LSSICE.

La LSSICE contiene todo un capítulo referente a la contratación electrónica, donde se resalta que se les dota de validez jurídica cuando tengan los elementos que se precisan en dicho capítulo, principalmente el consentimiento, y por tanto producen efectos jurídicos. Es interesante que se incluye en este capítulo la referencia a las demás normas españolas que deben ser observadas para la celebración de contratos electrónicos, así como otra serie de consideraciones tales como: la no necesidad de acuerdo expreso entre las partes respecto a la utilización de medios electrónicos; la satisfacción del requisito de constancia por escrito; su no uso en materia de familia ni sucesiones; temas de firma electrónica; admisión de contratos electrónicos como pruebas documentales; jurisdicción y competencia (se toma como domicilio, aquel donde se encuentre el consumidor, o en el caso de empresarios o relaciones profesionales, será aquel en donde esté establecido quien presta el servicio).

En conclusión de este apartado, toda vez que para varios autores los Smart Contracts pudieran ser clasificados como una especie de contrato electrónico, la LSSICE sería aplicable a ellos.⁸⁹

Solo como dato informativo cae resaltar que en España, la sala Penal del Tribunal Supremo ha determinado que los Bitcoins, las famosas criptomonedas que utilizan tecnología blockchain, no son consideradas como dinero, sino solamente

⁸⁹ Para un estudio detallado de los Smart Contracts en la legislación española, se recomienda revisar: Fetsyak, Ihor, "Contratos inteligentes: análisis jurídico desde el marco legal español", *Revista Electrónica de Derecho de la Universidad de La Rioja (REDUR)*, n. 18, p. 197-236, dic. 2020. Consultado en <https://publicaciones.unirioja.es/ojs/index.php/redur/article/view/4898/3820> el 23 de junio 2022.

como un activo que forma parte del patrimonio inmaterial de una persona, en si una unidad que se usa en el sistema o red de su mismo nombre.⁹⁰

2.1.6 República del Ecuador

En el año 2019 entró en vigor en Ecuador el nuevo Código de Comercio, en donde no solo se da reconocimiento a los Smart Contracts sino que se estableció una definición de los mismos:

Art. 77.- Son contratos inteligentes los producidos por programas informáticos usados por dos o más partes, que acuerdan cláusulas y suscriben electrónicamente.

El programa de contrato inteligente permite facilitar la firma o expresión de la voluntad de las partes, así como asegura su cumplimiento, mediante disposiciones instruidas por las partes, que pueden incluso ser cumplidas automáticamente, sea por el propio programa, o por una entidad financiera u otra, si a la firma del contrato las partes establecen esa disposición. Cuando se dispara una condición pre-programada por las partes, no sujeta a ningún tipo de valoración humana, el contrato inteligente ejecuta la cláusula contractual correspondiente.

A falta de estipulación contractual, los administradores de dicho programa o quienes tengan su control, serán responsables por las obligaciones contractuales y extracontractuales que se desprendan de los contratos celebrados de esta forma, y en todo

⁹⁰ Recurso: 998/2018, Tribunal Supremo, Sala de lo Penal, Madrid, junio 2019, p.6, consultado en <https://www.poderjudicial.es/search/contenidos.action?action=contentpdf&database=TS&reference=8827884&statsQueryId=121581895&calledfrom=searchresults&links=bitcoin&optimize=20190705&publicinterface=true> el 7 de julio de 2022.

*caso serán aplicables las disposiciones que protegen los derechos de los consumidores.*⁹¹

Si bien es cierto, la inclusión de este artículo en el Código de Comercio es un gran avance en la legislación ecuatoriana, contiene ciertos aspectos que no son del todo precisos y son perfectibles. Por ejemplo, la propia definición que realiza de contratos inteligentes en el primer párrafo, no es del todo correcta, ya que en ella, si bien están incluidos los Smart Contracts, también lo están todos los demás contratos electrónicos, por lo que no es propiamente una definición de los primeros ya que no incluye su principal característica, el uso de la tecnología Blockchain, inmutabilidad y auto ejecutabilidad, sino más bien de la especie en general de contratos suscritos de forma electrónica en cualquier tipo de plataforma.

La crítica al segundo párrafo se centra en que la auto ejecutabilidad de los Smart Contract la proporciona Blockchain, mientras que el Código de Comercio refiere a que dicha característica es efectuada por cualquier programa, una institución financiera u otra, lo que no es preciso. También, una característica de los Smart Contracts es que son irreversibles y su cumplimiento es ineludible, por lo que del texto literalmente puede interpretarse que no solo se refiere a los contratos inteligentes, sino que cabrían otro tipo de contratos electrónicos o “(...) a otro tipo de plataformas con la capacidad de ejecutar obligaciones una vez que se verifiquen determinadas condiciones, con la distinción de que su ejecución puede ser revertida.”⁹²

En su último párrafo hace una inclusión de la responsabilidad de los administradores de dicho programa o quienes tengan su control, solo en caso de que las partes no hayan establecido cláusula al respecto. Si bien la intención del legislador era buena, la redacción de este párrafo resulta muy desafortunada, ya

⁹¹ Asamblea Nacional Republica Del Ecuador, Código de Comercio, 29 de mayo de 2019, consultado en https://www.supercias.gob.ec/bd_supercias/descargas/lotaip/a2/2019/JUNIO/C%C3%B3digo_de_Comercio.pdf el 26 de julio de 2022.

⁹² Yépez Idrovo, María Victoria et al., “Smart contracts y el arbitraje: hacia un modelo de justicia deslocalizado”, *USFQ Law Review*, Ecuador, septiembre de 2020, Vol. 7, n.º 1, p.26, consultado en https://biblio.juridicas.unam.mx/files/criterios_editoriales.pdf el 26 de julio de 2022.

que caben muchas interpretaciones, no es del todo clara y no es coherente conforme a la naturaleza de los Smart Contracts. Además, resultaría extremadamente complicado el poder señalar a las personas físicas que, conforme a la definición del artículo, son los administradores o controladores del “programa”, y no solo eso, sino fincarles tal responsabilidad, y más complicado aún, ejecutar la resolución que haya determinado tal responsabilidad.

2.1.7 Asia

Los países asiáticos son pioneros en temas de Smart Contracts y uso de tecnología blockchain a través de diversas criptomonedas principalmente Bitcoin, ya que representa una oportunidad para nuevas empresas de recaudar fondos, y para los inversionistas una forma de efectuar su inversión de forma sencilla transparente y segura, ya que se han implementado plataformas que usan ambas tecnologías sin necesidad de un programador cada vez, reduciendo, además dicho costo.

Algunos ejemplos de lo anterior son; i) la empresa japonesa de telecomunicaciones KDDI que ha construido un sistema de Smart Contracts que está ligado, o mejor dicho, integrado dentro de la misma cadena de bloques con Internet de las Cosas (IoT) así como con inteligencia artificial (IA).⁹³ Las empresas de Singapur Attore, Averspace, Popety que han utilizado los Smart Contract como una pieza clave en sus negocios, relacionados principalmente en el sector inmobiliario.

India es otro gigante que está aprovechando las ventajas que representan los Smart Contracts, que lo ha posicionado como uno de los países en donde más usos se le están dando; sin embargo, debe tenerse en consideración que *“Smart contracts are enforceable in India, however, if caution is not followed with respect to the party that is being contracted then the consequences of a failed transactions*

⁹³ Liebkind, Joe, “The benefits of smart contracts and its adoption in Asia”, *TechinAsia*, noviembre 2017, consultado en <https://www.techinasia.com/talk/benefits-smart-contracts-adoption-asia> el 25 de junio de 2022.

shall be carried all by own as the law has no detailed system in place for the regulation of the smart contracts."⁹⁴ (Consultar traducción⁹⁵).

A raíz de lo anterior, es que los estos países han comenzado a adaptar sus regulaciones de forma rápida y con ello también implementado nuevos mecanismos de supervisión a estas operaciones.

Respecto al uso en sí de la tecnología Blockchain para las criptomonedas, países como Taiwán ha manifestado una postura de aceptación respecto a las criptomonedas en su territorio.

Por otro lado se encuentran Turquía y China. Para el caso de este último, desde septiembre de 2021, su Banco Central manifestó que todas las actividades realizadas o relacionadas con criptomonedas, tales como transacciones, minería, emisión y comercialización de tokens, publicidad de criptomonedas, entre otras eran consideradas como ilícitas, se ha vetado su uso en más de siete ocasiones, e inclusive en marzo de 2022, el Tribunal Popular Supremo condenó estas actividades y señaló que las sanciones, podrían ir hasta 10 años de prisión dependiendo de la cantidad que se hubiera recaudado. Esta postura se debe a que el gobierno de ese país busca mantener el control de los capitales.⁹⁶ Ahora bien, recientemente, han surgido nuevos casos que se disputan en el Tribunal Superior de China, que están obligando a revisar la postura asumida, y es que es complejo poder interpretar la naturaleza de Bitcoin en su régimen legal, por lo que se la ha asumido como una propiedad virtual.⁹⁷

⁹⁴ Roongta, Shristi, "Explained: Smart Contracts In India", *Lexforti*, enero 2022 consultado en <https://lexforti.com/legal-news/explained-smart-contracts-in-india/> el 25 de junio de 2022.

⁹⁵ Traducción Propia: "Los Smart Contracts son ejecutables bajo la ley India, sin embargo, la protección no está garantizada debido a que no hay regulación especial que pueda regular este tipo de contratos"

⁹⁶ Yeung Paul, "China castigará hasta con 10 años de prisión cualquier intercambio de criptomonedas", *La Vanguardia*, Barcelona, 2022, consultado en <https://www.lavanguardia.com/tecnologia/actualidad/20220301/8089408/china-castigara-10-anos-prision-intercambio-criptomonedas-pmv.html> el 25 de junio de 2022.

⁹⁷ Vanci, Mariela, "Bitcoin ahora es propiedad protegida por la ley de China", *Criptonoticias*, 2022, consultado en <https://www.criptonoticias.com/regulacion/bitcoin-ahora-propiedad-protegida-ley-china/> el 25 de junio de 2022.

Como puede observarse, los países del continente asiático van a la vanguardia por lo que al uso y reconocimiento de Smart Contracts se refiere, y muy probablemente serán los precursores de su utilización para diversas materias en las que hasta ahora no han sido utilizados.

2.1.8 Caso República del Salvador

A manera meramente informativa, el 7 de septiembre de 2021, a raíz de la iniciativa del presidente Nayib Bukele, y de la promulgación y publicación de la Ley Bitcoin, la República del Salvador, se convirtió en el primer país a nivel mundial en reconocer a la criptomoneda Bitcoin como moneda de curso legal en dicho país. Esto significa que esta criptomoneda tiene poder liberatorio de obligaciones, los precios pueden ser establecidos en Bitcoin e inclusive las contribuciones pueden ser saldadas por los ciudadanos con Bitcoin. Esto es relevante tener en consideración toda vez que esta criptomoneda utiliza tecnología Blockchain, de la que se ha venido comentando en este estudio. Como dato informativo, cabe referir a que durante el primer semestre del 2022 esta criptomoneda ha tenido tiempos complicados, ha perdido casi 40% de su valor tan solo en el mes de junio.

En conclusión de este apartado, se puede decir que al día de hoy, muchos autores señalan que no hay una regulación internacional específica, uniforme ni detallada, que verse sobre los Smart Contracts, “se evidencia la inclusión de los fenómenos tecnológicos en la normatividad interna, permitiendo el acceso de nuevas alternativas informáticas para los diferentes sectores”⁹⁸. Esto significa que el escenario está dividido; para algunos, no hay una necesidad real de que exista una regulación o legislación internacional ni uniforme al respecto, ni tampoco hay un consenso sobre las garantías que deben tener los usuarios al considerar este tipo de contratos, lo anterior toda vez que: i) la naturaleza jurídica de los Smart Contracts aún no está consensuada ni definida en su totalidad; ii) las legislaciones vigentes en diversos países de una u otra forma tienen en sus sistemas

⁹⁸ Walteros Salazar, Liz Dayanna, *op. cit.*, p. 12.

contempladas leyes, códigos, reglamentos, jurisprudencias, casos, etc., que pueden ser utilizados para este tipo de contratos.

Sin perjuicio de lo anterior, es evidente que en la actualidad, este tipo de contratos ya operan a nivel internacional, y no solo eso, sino que hasta el día de hoy han funcionado, por ejemplo, en la monetización de videos en YouTube o Facebook, Spotify, etc., y varios países lo están tomando en consideración, e inclusive, para el caso de los países que pertenecen al sistema Common Law o Anglosajón, están ya considerando regular en de cierta manera en su legislación interna no solo el uso de *Blockchain* y *Smart Contracts*, sino varios de los avances de las Tics en general.

2.2 Legislación en México

Al igual que varios países de Europa y Latinoamérica, el sistema jurídico al que pertenece México es el Neoromanista que, como se mencionó anteriormente, se caracteriza principalmente porque sus normas y legislación es escrita. Es por ello que, para entender cómo se regula en México el tema de los *Smart Contracts* y de *Blockchain*, es indispensable realizar un recorrido general de aquellas normas que se ven relacionadas y que deben tenerse en consideración para su uso, principalmente la legislación civil y mercantil.

La legislación en México que recoge principios referentes a la contratación es el Código Civil Federal de México, el Código Federal de Procedimientos Civiles (así como sus correlativos en las entidades federativas), el Código de Comercio para la cuestión mercantil y la Ley Federal del Consumidor contiene algunos aspectos de contratación. En el año 2000 se publicó el 29 de mayo en el Diario Oficial de la Federación una reforma que modificó y adicionó diversos artículos a estas normas.

2.2.1 Código Civil Federal

Al día de hoy, ni el Código Civil Federal de México, ni los códigos civiles de las diversas entidades federativas contemplan un título o capítulo especial para los

Smart Contracts, ni tampoco una definición como tal. Sin embargo, conforme a la definición pura de lo que es un contrato, contenida en el artículo 1793 del Código Civil Federal, que refiere a que un contrato es un convenio que produce o transfiere obligaciones y derechos, un *Smart Contract* cabe en su totalidad en tal definición al crear y establecer derechos y obligaciones para las Partes que lo celebran, por lo que puede decirse que se trata de un contrato.

Como se estudió en el primer capítulo, en México, para la celebración de un contrato lo más importante es la voluntad de las partes y la forma en la que se expresa su consentimiento; esto, se ve reflejado en la legislación civil, a nivel federal, así como en los códigos civiles de las entidades federativas, en donde se regula la forma “tradicional” de manifestar el consentimiento de forma tácita o expresa.

Ahora bien, en el año 2000 hubo una reforma al Código Civil Federal en la que se contempló que una forma distinta, o “nueva en ese momento” de manifestar de forma expresa el consentimiento; esto significó la inclusión de la manifestación de la voluntad a través de medios electrónicos, ópticos o por cualquier otra tecnología (ver artículo 1803 fracción I del Código Civil Federal). Atendiendo a ello, y tomando en cuenta que un *Smart Contract* usa tecnología *Blockchain*, en donde queda asentado de forma inalterable un mensaje, puede ser contemplada dentro de esta definición, ya que es una forma de manifestar el consentimiento de forma expresa.

Ahora bien, de conformidad con los artículos 1804, 1805 y 1806 vigentes, se desprende también que el consentimiento puede expresarse en diversos momentos, si la propuesta de celebrar un contrato tiene un plazo, solo se está obligado a mantenerla hasta la expiración de dicho plazo; si la oferta se realiza entre presentes pero sin fijar un plazo para aceptarla la aceptación debe ser inmediata si se realizó por teléfono o a través de cualquier otro medio electrónico, óptico o de cualquier otra tecnología, como lo serían los *Smart Contracts*. Esto significa que la propuesta realizada mediante *Blockchain* podría entenderse como entre presentes.

Cabe señalar que el artículo 1811, que fue reformado también en el año 2000, señala que no se requiere una estipulación previa para que surta efectos entre los contratantes la propuesta y la aceptación hechas a través de medios electrónicos, ópticos o de cualquier otra tecnología. Esto, significa que un contrato celebrado utilizando la tecnología *Blockchain* sería vinculante y surtiría sus efectos entre las partes contratantes, sin necesidad de señalamiento previo, ni ningún requerimiento adicional al respecto.

Además, desde el año 2000 se contempla el artículo 1834 bis en el Código Civil Federal, que señala que, en caso de que la ley requiera la forma escrita de un contrato y las correspondientes firmas, podrán ser utilizados medios electrónicos, ópticos o de cualquier otra tecnología para tales efectos, con la única condición de que la información que se genere o se comunique esté íntegra, se le pueda atribuir a las personas que se obligan y pueda ser accesible para consultarse de manera posterior. Dicho artículo también prevé supuestos en que el acto jurídico requiera ser celebrado ante notario público o corredor, y da la oportunidad de que las partes puedan generar, enviar, recibir, archivar o comunicar los términos de su compromiso, mediante el uso de medios electrónicos, ópticos o de cualquier otra tecnología, y bastará que en el instrumento correspondiente se haga referencia a los medios que fueron utilizados y guarde una versión de dicha información para que pueda ser consultada de forma posterior.

2.2.2 Código Federal de Procedimientos Civiles

En la reforma del 29 de mayo del año 2000 también se incluyó en el Código Federal de Procedimientos Civiles el artículo 210-A, que es de gran relevancia en materia de las TICs y una de las más importantes en materia procesal, ya que establece por primera vez de forma expresa, el reconocimiento de los efectos jurídicos y como prueba, a la información que se hubiera generado, comunicado o recibido mediante medios electrónicos, ópticos o cualquier otra tecnología.

Para efectos de lo anterior, y que dicha prueba pueda tener elementos de validez y fuerza probatoria, se establecieron algunos requisitos que deben ser contemplados:

- **Fiabilidad:** refiere a que el método de creación, recepción, comunicación de dicha prueba, o archivo sea confiable para la realización de dicha actividad, con las condiciones esperadas o conocidas en la industria, que posea estabilidad y seguridad.
- **Atribuibilidad:** este concepto refiere a la posibilidad de poder determinar el origen de la información recibida o creada, es decir, que los medios electrónicos, ópticos o tecnología similar, permitan conocer a la persona a la que se le atribuye la aceptación de la obligación.
- **Conservación:** es uno de los elementos más importantes, ya que la información o documentos generados, comunicados o recibidos por medios electrónicos que se presenten como pruebas deberán haber permanecido inalterados desde su primera generación; también deberá permanecer de forma íntegra, es decir, de forma completa, con todas y cada una de sus partes o componentes.
- **Accesibilidad:** esto significa que la información puede ser consultada de manera posterior a su creación, no solo una vez, sino las veces que sean necesarias.

2.2.3 Código de Comercio

El Código de Comercio, fue modificado también en los años 2000 y 2003, con la finalidad de apegarse a la ley Modelo de la Comisión de las Naciones Unidas de Derecho Mercantil Internacional (CNUDMI). En la primera reforma, se modificaron dos artículos, el artículo 80 y 105, y también se cambió el nombre del título segundo del Libro Segundo, y se añadieron los artículos del 89 al 94 y el 1298-A; en la segunda, se incluyeron modificaciones a los artículos del 89 al 114, así como 89 bis, 90 bis, 91 bis y 93 bis.

En esta disposición, tampoco se encuentra una definición propiamente de lo que son los Smart Contracts, sin embargo, se definen y se hace referencia a conceptos como mensaje de datos, emisor, receptor, firma electrónica, firma electrónica avanzada, certificado, etc., que abrieron la puerta para ser utilizados en el comercio electrónico; además, sirven como referente para la interpretación de los componentes que se asemejan en un Smart Contract. Dentro de las reformas, a continuación, se comentarán únicamente los aspectos más relevantes relacionados con el tema que se aborda en el presente.

El artículo 80 desde el año 2000 contempla la posibilidad de que los contratos y convenios en materia mercantil puedan ser celebrados a través de medios electrónicos, ópticos o cualquier otra tecnología, precisando que su perfeccionamiento consta desde la recepción de la propuesta o en su caso de las modificaciones que se le realizaran.

Por su parte, el artículo 89 refiere a que en materia mercantil o comercial es aplicable en todo el territorio mexicano sin perjuicio de los tratados en que México sea parte y señala una serie de principios tales como “neutralidad tecnológica, autonomía de la voluntad, compatibilidad internacional y equivalencia funcional del Mensaje de Datos en relación con la información documentada en medios no electrónicos y de la Firma Electrónica en relación con la firma autógrafa”.⁹⁹

De igual manera, resulta relevante hacer referencia a varias definiciones contenidas en dicho artículo:

- Mensaje de Datos: se trata de cualquier información que haya sido generada, recibida o archivada por medios electrónicos, ópticos o cualquier otra tecnología.
- Destinatario: “La persona designada por el Emisor para recibir el Mensaje de Datos, pero que no esté actuando a título de Intermediario con respecto a dicho Mensaje”.¹⁰⁰

⁹⁹ Código de Comercio, 1889, *op. cit.*, véase artículo 89.

¹⁰⁰ *Idem.*

- Emisor: “Toda persona que, al tenor del Mensaje de Datos, haya actuado a nombre propio o en cuyo nombre se haya enviado o generado ese mensaje antes de ser archivado, si éste es el caso, pero que no haya actuado a título de Intermediario”.¹⁰¹

Respecto a los efectos jurídicos, validez y fuerza probatoria de la información contenida en mensajes de datos, el artículo 89 bis refiere a que este tipo de información sí puede ser utilizada en todo tipo de procedimiento o diligencia ante cualquier autoridad, y surte los mismos efectos jurídicos que los documentos impresos, bastando únicamente que se cumplan los requisitos establecidos en el propio Código.¹⁰²

Entre los requisitos establecidos en el Código de Comercio, si bien, son similares a los que refiere el Código Civil, en el primero se ahonda mucho más a detalle cada uno de ellos, y se establecen diversos supuestos para tener certeza sobre el consentimiento de las partes y del contenido del mensaje de datos, debido a que no es materia de estudio del presente, solamente se hará referencia de forma genérica a tales requisitos, pero no se ahondará en ellos:

- Presunción de pertenencia del mensaje de datos al emisor: existe cuando se cumpla algunos de los supuestos: i) las partes hayan pactado un procedimiento específico y este se ejecute, o ii) provenga de un intermediario que brindó acceso al método elegido por el propio emisor, que reconoce el mensaje como suyo. Existen excepciones a tal presunción: i) el destinatario recibe informe o noticia del propio emisor de que el mensaje no le pertenecía; o ii) el destinatario tiene conocimiento o presumiblemente conoce que el mensaje de datos no proviene del emisor.
- Momento de recepción del mensaje de datos: i) cuando el destinatario eligió un método de recepción de mensajes de datos, cuando ingresa a éste; ii) si no se designó un método específico o es distinto al elegido por el destinatario, cuando efectivamente tenga acceso al mensaje; iii) si no se designó método

¹⁰¹ *Idem.*

¹⁰² Código de Comercio, 1889, *op. cit.*, véase artículo 89 bis.

específico, pero es el usado por el destinatario, cuando ingrese a dicho sistema.

Es muy importante tener en consideración el artículo 93, contempla la posibilidad de que la forma escrita como requisito de validez para los contratos o convenios, se pueda cumplir mediante mensaje de datos, sin que sea importante el formato, para lo cual, solamente deberá considerarse la conservación íntegra de los mismos así como su accesibilidad posterior. También refiere a que la firma de las partes puede realizarse mediante mensaje de datos, en este último caso es necesario que dicho mensaje pueda ser atribuido a ellas.

El artículo 93 bis, señala que para que pueda considerarse que la información que ha sido conservada como original y presentada en un mensaje de datos debe haber sido conservado de forma íntegra desde su creación, esto significa que permanece completo y sin alteraciones propiamente de la información, sin tomar en cuenta los cambios del medio que lo contiene, medio con el que se comunicó, archivó o presentó y puede ser mostrado.¹⁰³

2.2.4 Ley de firma electrónica avanzada

Antes de abordar el contenido de la ley, es necesario comentar que el Código de Comercio contempla en el artículo 89 la definición de firma electrónica y firma electrónica avanzada, tal como se señala a continuación:

“Firma Electrónica: Los datos en forma electrónica consignados en un Mensaje de Datos, o adjuntados o lógicamente asociados al mismo por cualquier tecnología, que son utilizados para identificar al Firmante en relación con el Mensaje de Datos e indicar que el Firmante aprueba la información contenida en el Mensaje de Datos, y que produce los mismos efectos jurídicos que la firma autógrafa, siendo admisible como prueba en juicio.

¹⁰³ Código de Comercio, 1889, *op. cit.*, véase artículo 93 bis.

*Firma Electrónica Avanzada o Fiable: Aquella Firma Electrónica que cumpla con los requisitos contemplados en las fracciones I a IV del artículo 97.*¹⁰⁴

Ahora bien, entre los requisitos que se necesitan conforme al artículo 97 para que se considere una firma electrónica como avanzada o fiable, se encuentran los siguientes:

I. Los Datos de Creación de la Firma, en el contexto en que son utilizados, corresponden exclusivamente al Firmante;

II. Los Datos de Creación de la Firma estaban, en el momento de la firma, bajo el control exclusivo del Firmante;

III. Es posible detectar cualquier alteración de la Firma Electrónica hecha después del momento de la firma, y

*IV. Respecto a la integridad de la información de un Mensaje de Datos, es posible detectar cualquier alteración de ésta hecha después del momento de la firma.*¹⁰⁵

Como puede verse, la principal diferencia entre ambos tipos de firmas radica en la exclusividad de los datos de creación que tiene el firmante para emitir dicha firma. Esto está directamente relacionado con códigos o claves de naturaleza privada que utilizan la criptografía, que al ser utilizadas para crear una firma electrónica generan necesariamente un vínculo con el firmante. En este punto lo relevante a comentar es que una firma electrónica avanzada al funcionar con una llave o clave privada, requiere el respaldo para ser emitida ya sea de una autoridad certificadora como lo es el Servicio de Administración Tributaria, o bien por alguno de los prestadores de servicios de certificación autorizados por la Secretaría de Economía, como lo pueden ser instituciones públicas, notarios o corredores, personas morales privadas, que cumplen con lo establecido por el Código de

¹⁰⁴ Código de Comercio, 1889, *op. cit.*, véase artículo 89.

¹⁰⁵ Código de Comercio, 1889, *op. cit.*, véase artículo 97.

Comercio y la NOM-151 que se verá más adelante, y por tanto, garantizan el cumplimiento de los requisitos antes citados.

No obstante lo anterior, existe una ley que refiere únicamente a la firma electrónica avanzada (Ley de Firma Electrónica Avanzada o LFIA), que fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de enero de 2012. En la exposición de motivos de esta ley y en su artículo primero se hace referencia a que el objeto o propósito de la misma es regular el uso de la firma electrónica avanzada, así como la expedición de certificados digitales; los servicios que se presten en relación con ambos; y homologar el tema de las firmas electrónicas avanzadas que también esté previsto en otras disposiciones normativas.

Si bien esta ley pudiera parecer en un inicio contraria a lo señalado en el Código de Comercio, la principal diferencia radica en que su aplicación y utilidad es principalmente para que la firma electrónica avanzada fuera utilizada en la administración pública federal, tomando como referencia las bondades que su uso había representado en materia comercial, los compromisos adquiridos por México en el Plan de Acción de Ginebra sobre la Cumbre Mundial de la Sociedad de la Información de 2003, así como a las recomendaciones de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe de las Naciones Unidas, entre otros¹⁰⁶.

Esta ley está dirigida tanto a las personas físicas que hagan uso de firma electrónica avanzada, así como a las diversas dependencias y entidades y los servidores públicos que laboran en ellas, en cuyo caso, deberán contar, tal como refiere el artículo 9, con certificado digital vigente y clave privada. Sin perjuicio de lo anterior, el uso de este tipo de firmas es regido para la materia comercial y los temas en el Registro Público del Comercio por el Código de Comercio.

A diferencia del Código de Comercio esta ley en su artículo 8 contempla seis principios que deben ser observados: equivalencia funcional, autenticidad, integridad, neutralidad tecnológica, no repudio y confidencialidad.

¹⁰⁶ Senado de la República, Gaceta del Senado, Gaceta: LXI/2SPO-230/28987, jueves 17 de marzo De 2011, México, consultado en https://www.senado.gob.mx/64/gaceta_del_senado/documento/28987 el 22 de julio de 2022.

La Ley señala que cualquier mensaje de datos o documento electrónico que contenga una firma electrónica avanzada produce los mismos efectos jurídicos que generan aquellos que tienen firma autógrafa, y también cuentan con valor probatorio.

Para concluir este apartado, cabe resaltar que, a diferencia de las otras disposiciones citadas, en la Ley de Firma Electrónica Avanzada sí se contempla en el numeral X del artículo 2, una definición de Documento Electrónico y en el numeral XVI del mismo artículo, la definición de Medios Electrónicos, que a la letra señalan:

“Documento Electrónico: aquél que es generado, consultado, modificado o procesado por medios electrónicos;

Medios Electrónicos: los dispositivos tecnológicos para el procesamiento, impresión, despliegue, conservación y, en su caso, modificación de información;”¹⁰⁷

Además, también aporta una definición de Acuse de recibo electrónico, refiriendo que es un mensaje de datos que acredita la hora y fecha en que se recibió un documento electrónico relacionado con los actos que regula la LFIA.

Estas definiciones abonan al entendimiento y alcance de estos conceptos que, como puede observarse en los apartados anteriores son utilizados en gran medida tanto en materia civil como en materia mercantil.

2.2.5 Norma Oficial Mexicana 151-SCFI-2016¹⁰⁸

La NOM-151, como también es conocida, fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 9 de enero de 2017 y establece los requisitos que deben observarse para la conservación de mensajes de datos y digitalización de documentos.

¹⁰⁷ Ley de Firma Electrónica Avanzada, 2012, Artículo 2, https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFEA_200521.pdf consultada el 23 de julio de 2022.

¹⁰⁸ Norma Oficial Mexicana NOM-151-SCFI-2016, Requisitos que deben observarse para la conservación de mensajes de datos y digitalización de documentos, consultada en https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/6499/seeco11_C/seeco11_C.html el 23 de julio de 2022.

Esta norma, surge en virtud de lo establecido en los artículos 33, 3 y 49 del Código de Comercio que versan principalmente sobre la conservación de mensajes de datos en donde consten cuestiones contables, operaciones, contratos y convenios, pero también sobre los requisitos que deben cumplirse para poder digitalizar los documentos que se encuentren en papel. No es materia propiamente de este estudio entrar al detalle de la NOM, sin embargo, se comentarán brevemente los aspectos principales que se contemplan en ella, que pudieran llegar a relacionarse con los *Smart Contracts*.

En esta norma se encuentran conceptos como sello digital de tiempo que funciona como constancia de conservación de mensaje de datos, esto es el comprobante o la evidencia de que un documento existe desde la fecha en que se colocó tal sello de tiempo. Para la emisión del sello digital el prestador de servicios de certificación usa una firma digital.

En el proceso de conservación de mensajes de datos debe contemplarse también la vigencia de los mismos que es de 10 años, posterior a ello debe realizarse una extensión de vigencia. En este proceso se utiliza también la fusión hash que se comentó anteriormente, ya que se compara la longitud de la función hash de la huella digital, es decir la primera versión, con la función hash de la versión a la que se le coloca el sello digital.

2.2.6 Ley de Protección al Consumidor

La reforma del año 2000 también afectó la materia del consumidor, ya que se adicionó a la Ley Federal de Protección al Consumidor el Capítulo VIII bis, denominado de los Derechos de los Consumidores en las Transacciones Efectuadas a través del uso de Medios electrónicos, Ópticos o de cualquier otra Tecnología, y se reformó el artículo 1, en su fracción VII, el artículo 24, fracción IX bis, 28 Y 76 bis. Con estas reformas se incluyó la protección al consumidor también en las transacciones de comercio electrónico (*e-commerce*), así como la obligación de los proveedores de observar ciertas reglas en el comercio electrónico tales como

el establecimiento en sus códigos de ética los principios para proteger al consumidor.

Esta reforma, en pocas palabras incluyó obligaciones a los proveedores o prestadores de servicios, para brindar información clara, suficiente, lenguaje adecuado.

Actualmente la fracción VII del artículo 1, incluye entre las transacciones de posible realización los medios convencionales, los electrónicos, ópticos o de cualquier otra tecnología.

2.2.7 Activos digitales

El Banco de México, ha definido los activos virtuales o cripto-activos, como formas para almacenar e intercambiar información electrónica, por lo que no poseen o no tienen propiamente valor intrínseco, y su valor puede variar considerablemente al alza o a la baja al ser de carácter especulativo, pero de ninguna forma son considerados como dinero.

Respecto al uso de criptomonedas en México, ha emitido diversos comunicados en 2014, 2017 y 2019, señalando que “[I]os activos virtuales no constituyen una moneda de curso legal en México ni tampoco son divisas bajo el marco legal vigente”¹⁰⁹, y por tanto no pueden ser utilizados como medio de cambio, forma de inversión ni tampoco como depósitos de valor. También es enfático en que las instituciones financieras en México no tienen ningún tipo de autorización para ofertar al público todo tipo de operaciones en donde se manejen los denominados activos virtuales como lo son bitcoin, Ether, etc.

¹⁰⁹ Secretaría de Hacienda y Crédito Público, “Comunicado No. 039 Banco de México, SHCP y CNBV advierten sobre riesgos de utilizar activos virtuales”, México, 2021, consultado en <https://www.gob.mx/shcp/prensa/banco-de-mexico-shcp-y-cnbv-advierten-sobre-riesgos-de-utilizar-activos-virtuales-275819#:~:text=Las%20instituciones%20financieras%20del%20pa%C3%ADs,estos%20y%20el%20sistema%20financiero> el 24 de julio de 2022.

En 2018 se emitió la Ley para Regular las Instituciones de Tecnología Financiera, o mejor conocida como Ley Fintech, en donde se contempla que el Banco de México es la única autoridad que puede emitir una autorización para realizar operaciones con activos virtuales.

Existe una circular (4/2019) que fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de marzo de 2019 en donde se permite a las instituciones de crédito y de tecnología financiera realizar operaciones internas con este tipo de activos virtuales, lo que significa que no está permitido realizar operaciones que tengan riesgo para sus clientes. Por otro lado, el mismo Banco de México ha señalado que otras empresas puedan realizar el servicio de compra-venta de activos virtuales, como por ejemplo las casas de cambio de activos virtuales, pero que no contemplen la captación de recursos o su custodia, lo que significa que pueden realizarse estas operaciones en el país pero de ninguna forma cuentan con el respaldo de las instituciones financieras, por lo que, en estos casos, el riesgo deberá ser contemplado por los clientes o usuarios.

Cabe mencionar también que el Banco de México ha señalado que en el país no está permitido para las instituciones financieras, la prestación deservicio de administración de saldos “denominados en pesos o divisas derivados la captación de recursos a través de depósitos del público en general, a través de esquemas tecnológicos relacionados con cadenas de bloques o registros distribuidos, denominados “monedas estables” (en inglés, stablecoins)”.¹¹⁰ Sin embargo, es muy relevante comentar que esto no establece como tal una restricción del uso de las nuevas tecnologías que representen un beneficio para las Instituciones de Crédito o las Instituciones de Tecnología Financiera sino que se busca que solo se usen en sus operaciones internas y reducir los riesgos operativos o financieros que pudieran implicar, esto significa que “*la utilización de tecnología como registros distribuidos, cadena de bloques o incluso los propios activos virtuales en sus procesos internos*

¹¹⁰ *Idem.*

*podría llegar a ser factible previa autorización del Banco de México, siempre y cuando los riesgos de los activos virtuales no impacten al consumidor final.*¹¹¹

Lo anterior, deja ver cómo ha ido evolucionando la postura del Banco de México respecto a los activos virtuales, y ha

En conclusión de este apartado, se puede decir que las normas referidas, es decir, el Código Civil Federal, el Código de Comercio, la Ley de Firma Electrónica Avanzada, la NOM-051 y la Ley Federal de Protección al Consumidor, conforman el principal marco normativo que resulta aplicable para la celebración, ejecución, interpretación y cumplimiento de un Smart Contract, pero además dependiendo de la materia de que se trae podrían ser aplicables normas de otras materias y mucho más especializadas, como pudiera ser la materia financiera, ambiental, y por supuesto protección de datos personales. Adicionalmente, estas normas también son de gran relevancia dado que establecen las bases de contratación electrónica, contabilidad electrónica, digitalización, conservación de mensajes de datos, etc.

Por lo anterior, cabe concluir que, México al día de hoy, al igual que Colombia, no cuenta con una legislación específica respecto a los *Smart Contracts* ni a *Blockchain*, pero tampoco ninguna norma que prohíba su uso, por lo que de conformidad con lo referido en el presente apartado, y el principio de neutralidad tecnológica contenido en el artículo 89 del Código de Comercio, que refiere a la posibilidad de utilizar medios electrónicos, ópticos, o de cualquier otra tecnología en los actos de comercio y en la formación de los mismos; el uso de estas tecnologías puede realizarse de forma libre siempre que sea para fines legítimos que por supuesto no sean ilegales.

También, cabe señalar que bajo la interpretación de la normatividad señalada, un *Smart Contract*, puede servir como base de acción de cualquier litigio o servir de prueba en cualquier proceso de naturaleza legal, toda vez que, como se

¹¹¹ Banco de México, “Regulación sobre la operación con activos virtuales por parte de las Instituciones de Tecnología Financiera e Instituciones de Crédito”, Acciones regulatorias por parte del Banco de México, <https://www.banxico.org.mx/sistemas-de-pago/6--acciones-regulatorias-po.html> consultada el 24 de julio de 2022.

refirió en el capítulo uno, las características de *Smart Contracts*, derivan en gran medida por la tecnología que los hacen posibles, *Blockchain*, que a su vez contempla los elementos que debe cumplir la información contenida en medios electrónicos para poder fungir como prueba, es decir, son fiables, al ser considerada, al menos al día de hoy como una de las tecnologías más seguras, su información se conserva de forma íntegra e inalterada en todo momento y es accesible al poder ser consultada no solo una sino infinidad de veces, desde los nodos que participan en ella.



Capítulo 3

Consideraciones: derechos relacionados con los Smart Contracts.

Capítulo 3. Consideraciones: derechos y principios relacionados con los Smart Contracts

Cuando se habla de tecnología, no se puede aseverar que su naturaleza sea buena o mala, sino que el juicio, en su caso, debe realizarse a su aplicación. Es por ello que cuando se hace referencia a los Smart Contracts debe distinguirse entre su naturaleza, los usos que se les han dado, así como también las posibles consecuencias de dichos usos.

En este capítulo se hará referencia a determinadas afectaciones o impactos tanto en sentido positivo como en sentido negativo que pudieran causar los *Smart Contracts* a algunos factores, derechos o principios.

3.1 Impactos negativos.

El uso de los *Smart Contracts* cada día es mayor y más variado, y podrían llegar a ser utilizados en inimaginables transacciones de diversa índole, tanto en el sector privado, empresarial e inclusive público. Sin embargo, ninguno de estos usos se pensó o ha sido pensado bajo el presupuesto o con la intención de buscar la protección de todos o algunos derechos de las personas, ni tampoco se reflexionó sobre todo el impacto e implicaciones que su uso podría tener sobre diversos derechos, ni cuáles serían los parámetros a considerar para no comprometerlos. Lo anterior es así, toda vez que “la tecnología blockchain fue diseñada inicialmente para evitar interferencias de terceros, incluido el Estado. Partiendo de esa base, esta tecnología no se diseñó para cumplir con la regulación”¹¹².

A continuación, se realizará un recorrido por algunas de las principales afectaciones negativas que el uso de la tecnología *Blockchain* en los *Smart Contracts* pudiera generar en diversos casos. Es importante destacar que un

¹¹² Foncuberta, Marina, “Compatibilidad de Smart Contracts y GDPR”, ATH 21, España, 2021, Parte II, <https://ath21.com/smart-contracts-y-gdpr-parte-ii/> consultado el 21 de mayo de 2022.

derecho no es más importante que otro, sino que todos ellos convergen en diversa medida en cada caso en particular; en ese sentido, la existencia misma y el funcionamiento de los *Smart Contracts*, implicará necesariamente varios de los derechos apuntados, ya sea para favorecerlo o afectarlo en mayor o menor medida, sin dejar de lado la presencia de los datos personales y por supuesto el reto que enfrenta su protección. Al final, en caso de conflicto entre derechos, será un tercero quien deberá realizar una ponderación para poder llegar a una solución justificada sobre cuál debe prevalecer.

3.1.1 Protección de datos personales.

Muchos autores han esbozado ya algunas críticas a los Smart Contracts, una de ellas es debido al impacto que tienen en la protección de datos personales.

En la sociedad de la información en la que vivimos, la tecnología, la globalización, la forma de relacionarnos ha contribuido a que tengamos mayores relaciones e interacción de mil formas con el resto del mundo, pero para ello, por lo general, es necesario por lo menos proporcionar por diversos medios (formularios electrónicos, formatos físicos, vía telefónica, mensajes de texto, correo electrónico, etc.) cierta información sobre nosotros como personas físicas, como nuestro nombre, edad, domicilio, correo electrónico, teléfono, fotografías en ocasiones, entre muchos otros, a esta información se le conoce como datos personales. Todas las personas físicas poseen este tipo de datos y corresponde única y exclusivamente a cada una de ellas la facultad y el derecho de decidir y controlar todo lo referente a sus datos personales, a este derecho se le conoce como protección de los datos personales.

La protección de datos personales, es un derecho que en México comenzó a robustecerse desde inicios del siglo XXI; con varias reformas a la Constitución Federal. Hoy en día, es un derecho fundamental debido a que se encuentra reconocido en nuestra legislación a nivel constitucional en el apartado A del artículo 6, y es que no solamente es un derecho aislado, sino que muchas veces está

relacionado con otros derechos, como “el derecho a la intimidad, a la privacidad, al honor y a la propia imagen —que si bien no aparecen directamente reconocidos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, lo están a través de los tratados internacionales suscritos”¹¹³. De igual manera, en México, este derecho está garantizado a través de dos leyes especializadas: La Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados (“LGPDPSSO”) y La Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares (“LGPDPSP”).

Por otro lado, en la Unión Europea el tema de datos personales ha tenido especial relevancia, y se ha buscado asentar bases sólidas y uniformes, por lo que hoy en día el principal marco jurídico en esta materia es el Reglamento General de Protección de Datos, mejor conocido como GDPR por sus siglas en inglés. El GDPR puede ser definido como “una medida esencial para fortalecer los derechos fundamentales de las personas en la era digital y facilitar la actividad económica, ya que aclara las normas aplicables a las empresas y los organismos públicos en el mercado único digital.”¹¹⁴, su entrada en vigor ocurrió en el año 2018.

Algunos autores han comenzado a realizar una crítica a ciertos aspectos básicos de la tecnología *Blockchain* en relación con su uso en los *Smart Contracts*, que pudieran comprometer ciertos elementos del GDPR, mismos que serán abordados a continuación.

El GDPR contempla en su artículo 22 lo siguiente:

Decisiones individuales automatizadas, incluida la elaboración de perfiles.

¹¹³ Arellano Toledo, Wilma, et al, “Derechos de privacidad e información en la sociedad de la información y en el entorno TIC.”, Rev. IUS, Puebla, 2013, vol. 7, núm. 31, pp. 183-206, http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-21472013000100010&lng=es&nrm=iso, consultado el 22 de marzo de 2022.

¹¹⁴ Web Oficial de la Unión Europea, “*El Reglamento general de protección de datos (RGDP)*”, La protección de datos en la UE, https://ec.europa.eu/info/law/law-topic/data-protection/data-protection-eu_es, consultado el 23 de marzo de 2022.

1. *Todo interesado tendrá derecho a no ser objeto de una decisión basada únicamente en el tratamiento automatizado, incluida la elaboración de perfiles, que produzca efectos jurídicos en él o le afecte significativamente de modo similar.*

2. *El apartado 1 no se aplicará si la decisión:*

a) *es necesaria para la celebración o la ejecución de un contrato entre el interesado y un responsable del tratamiento;*

b) *está autorizada por el Derecho de la Unión o de los Estados miembros que se aplique al responsable del tratamiento y que establezca asimismo medidas adecuadas para salvaguardar los derechos y libertades y los intereses legítimos del interesado, o*

c) *se basa en el consentimiento explícito del interesado.*

3. *En los casos a que se refiere el apartado 2, letras a) y c), el responsable del tratamiento adoptará las medidas adecuadas para salvaguardar los derechos y libertades y los intereses legítimos del interesado, como mínimo el derecho a obtener intervención humana por parte del responsable, a expresar su punto de vista y a impugnar la decisión.*

4. *Las decisiones a que se refiere el apartado 2 no se basarán en las categorías especiales de datos personales contempladas en el artículo 9, apartado 1, salvo que se aplique el artículo 9, apartado 2, letra a) o g), y se hayan*

*tomado medidas adecuadas para salvaguardar los derechos y libertades y los intereses legítimos del interesado.*¹¹⁵

Blockchain, fue diseñado para realizar transacciones de manera transparente y confiable sin la intervención del Estado, no para cumplir con la protección de datos personales, es por ello que el artículo citado, es fundamental, dado que establece los parámetros que deben ser considerados cuando se usan datos personales. Es decir, si en la cadena de bloques que utiliza un *Smart Contract*, se incorporan o tratan datos personales, y dicho tratamiento se realiza de forma automatizada, justamente por su propia naturaleza, esta tecnología debería contemplar los parámetros señalados en el artículo citado. Es importante entonces señalar que, el tratamiento de datos personales de forma automatizada como lo hacen los *Smart Contracts* no está prohibido siempre y cuando se cumpla con lo que se indica en el numeral dos del artículo 22, esto es, contar con el consentimiento expreso del titular y como medida adecuada, se utilizan funciones matemáticas o algoritmos, así como pseudónimos de los usuarios, lo que garantiza su privacidad, de lo contrario, se estaría violando lo referido en el artículo citado.

3.1.2 Actores

Cuando se tratan datos personales, es fundamental tener claridad en el papel que desempeña cada uno de los actores, es decir, los titulares, los responsables y los encargados en el tratamiento de los datos. Ahora bien, al aplicar estos conceptos en el caso de la tecnología *Blockchain*, utilizada en los *Smart Contracts*, se parte de ese presupuesto básico: “[e]l responsable del tratamiento de datos almacenados en *Blockchain*, según la legislación que lo regula es aquella persona física o jurídica,

¹¹⁵ Artículo 22, Reglamento (UE) 2016/679 Del Parlamento Europeo y del Consejo, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?qid=1532348683434&uri=CELEX%3A02016R0679-20160504> consultado el 7 de febrero de 2022.

autoridad pública, servicio y otro organismo que, sólo o conjuntamente con otros, determina los fines y medios del tratamiento de datos”¹¹⁶.

Ahora bien, en el caso de las *Blockchain* públicas, cuya naturaleza es descentralizada, (significa que los nodos son múltiples y no concentrados en un mismo sitio), “las blockchain públicas y no permissionadas no están «dirigidas» por una sola entidad que fuese fácilmente designada como responsable del tratamiento”¹¹⁷, por lo que se estaría en incumplimiento de lo que señala el artículo 22 del GDPR. Es decir, en este tipo de *Blockchain* no se tiene claridad sobre quién tiene la calidad de responsable, ya que en la cadena de bloques no solamente interfiere una persona ni el contenido está alojado en un solo lugar, sino que participan múltiples personas o entidades desde diversos servidores, es decir, el registro es distribuido, lo que implica que no exista una sola persona que realice una gestión o decisión individual del contenido de la cadena de bloques, por lo que resultaría muy complicado establecer propiamente la categoría de responsable o encargado del tratamiento de los datos personales, y por tanto, al menos utilizando los procedimientos existentes hoy en día, sería prácticamente imposible realizar un emplazamiento tradicional, e inclusive hacer exigible cualquier sentencia que hubiera recaído a cualquier procedimiento en ese sentido.

Cabe destacar que este inconveniente no lo presentan las Blockchain privadas, dado que, en ellas los participantes sí son identificables porque necesitan un permiso o invitación para participar en la cadena de bloques.

¹¹⁶ Tamargo, Marcelino, “Conflicto entre la tecnología blockchain y la normativa de protección de datos.”, *Economist & Jurist*, 2020, <https://www.economistjurist.es/premium/derecho-inteligente/conflicto-entre-la-tecnologia-blockchain-y-la-normativa-de-proteccion-de-datos/> consultado el 22 de marzo de 2022.

¹¹⁷ Foncuberta, Marina, “Compatibilidad de Smart Contracts y GDPR”, *ATH 21*, España, 2021, Parte I, <https://ath21.com/smart-contracts-y-gdpr-i/> consultado el 21 de mayo de 2022.

3.1.3 Ejercicio del derechos ARCO.

Otra de las principales características y ventajas que ofrece *Blockchain*, es la inmutabilidad, es decir que, su contenido no puede ser modificado; sin embargo, a la luz del GDPR ello no representa precisamente una ventaja.

Lo anterior es así por varias razones, pero antes de entrar a la explicación de ellas, es menester recordar que en materia de datos personales se tienen cuatro derechos principales: acceso, rectificación, cancelación y oposición. En México, son conocidos como derechos ARCO, y están regulados tanto en la LGPDPPSO así como en la LGPDPPP.

A manera de repaso, y toda vez que no es materia del presente documento, cabe señalar que el derecho de rectificación a grandes rasgos significa la posibilidad de modificar o corregir el dato personal por algún error en él, cuando no es exacto, o en caso de que no se encontrara actualizado. Por otro lado, el derecho de cancelación refiere a la facultad del titular para solicitar que sus datos dejen de ser tratados y consecuentemente suprimidos o eliminados del o los expedientes, bases de datos, archivos o cualquier registro en donde se tengan. Por último el derecho de oposición es la potestad del titular para solicitar que el responsable o encargado no utilicen el o los datos personales para determinados fines.

Una vez señalado lo anterior, y retomando la inmutabilidad como característica esencial de *Blockchain* y por tanto de un *Smart Contract*, dicha característica haría que no fuera posible el ejercicio del derecho a rectificar un dato personal o en su caso cancelarlo, por lo que se estaría en contravención a lo señalado tanto en la legislación mexicana como en el GDPR.

Ante ese escenario, Jersain Llamas ha puesto sobre la mesa el abanico de opciones que se tienen con la finalidad de realizar una especie de anonimización

(*sic.*) o pseudonimización (*sic.*) de los datos personales, tales como¹¹⁸: i) *Hard Forks* y los *Soft Forks* que son utilizados para realizar una bifurcación en la cadena, dependiendo de la necesidad de usar reglas de consenso distintas, actualizarlas o restringirlas; ii) uso de hash fuera de la cadena utilizando únicamente una referencia dentro de blockchain, el hash haría referencia a los datos personales cifrados; iii) utilización de canales privados dentro de la blockchain para comunicar los datos personales cifrados, mientras que el resto de los nodos puede visualizar que existe un hash pero no su contenido; iv) eliminación de claves. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que para poder realizar cualquiera de estas alternativas, sin duda alguna será necesaria la intervención de un programador experto que tenga conocimiento en materia de datos personales y además, considerar que esto podría conducir a otro debate sin concluir, ya que podría interpretarse no como una cancelación o eliminación de los datos, ni mucho menos como un mecanismo para el derecho al olvido.

3.1.4 Transferencia internacional de datos

Una de las ventajas que hacen muy eficientes a los *Smart Contracts*, es que los participantes pueden estar en cualquier ubicación geográfica, es decir, en cualquier parte del mundo en donde tengan conexión a internet, sin embargo, dicha característica presume la transferencia internacional de datos, y a la luz del GDPR si los actores son europeos, sería aplicable dicha regulación.

Ahora bien, siguiendo con el análisis del GDPR, cabe señalar el numeral 2 del artículo 25, que indica lo siguiente:

El responsable del tratamiento aplicará las medidas técnicas y organizativas apropiadas con miras a garantizar que, por defecto, solo sean objeto de tratamiento los datos

¹¹⁸ Llamas Covarrubias, Jersain Zadamig, “Transparencia y Protección de Datos Personales en la Cadena de Bloques (Blockchain)”, *Estudios en Derecho a la Información*, México, Número 11, enero-junio de 2021, pp. 27-63, consultado en https://biblio.juridicas.unam.mx/files/criterios_editoriales.pdf el 10 de septiembre de 2022.

personales que sean necesarios para cada uno de los fines específicos del tratamiento. Esta obligación se aplicará a la cantidad de datos personales recogidos, a la extensión de su tratamiento, a su plazo de conservación y a su accesibilidad. Tales medidas garantizarán en particular que, por defecto, los datos personales no sean accesibles, sin la intervención de la persona, a un número indeterminado de personas físicas.

Lo anterior, implica que desde la generación de la programación de la cadena de bloques del *Smart Contract* se defina cómo se va a minimizar el uso de datos personales, lo que muchas veces conllevaría a que utilicen diversos mecanismos de certificación, con los que se podría acreditar el cumplimiento a lo establecido en dicho artículo.

3.1.5 Autoejecutabilidad

Una de las ventajas que tienen los Smart Contracts es su auto ejecutabilidad, que funciona básicamente mediante programación condicional, es decir, “si A entonces B”, esto significa que podrían ser considerados como mecanismos automáticos. En este punto, cabe señalar que cuando el Smart Contract incluya o trate datos personales, a la luz del artículo 22 del GDPR, técnicamente no se podría realizar su tratamiento automatizado (incluyendo elaboración de perfiles o si se producen efectos jurídicos en el titular o si hay afectaciones similares) salvo en dos supuestos: i) si se requiere para la ejecución del contrato; o ii) si se tiene consentimiento expreso del interesado. Para que puedan operar estas excepciones, en ambos casos, será necesario cumplir varios requisitos: implementación de medidas que salvaguarden derechos, intervención humana y derecho a impugnar.

3.1.5.1 Intervención humana.

Como se ha señalado anteriormente, dada la auto-ejecutabilidad de un Smart Contract, no se tiene una intervención humana per sé en su ejecución, y tampoco hay un medio respecto a la impugnación de la operación, estas dos situaciones se traducen en un incumplimiento a lo señalado en el numeral 3

Es por lo anterior, que algunos juristas como Marina Funcuberta e Ignacia Tasende, han puesto sobre la mesa la posibilidad de incluir otros mecanismos o pasos que converjan en la estructura condicional y autoejecutable de los Smart Contracts. Actualmente se está buscando que la tecnología de cadena de bloques pueda tener “una estructura más sofisticada para los Smart Contracts que la utilizada «if/then» para permitir su uso en situaciones más complejas.”¹¹⁹

El incluir mecanismos más sofisticados dentro de la cadena de bloques que usa un Smart Contract, necesariamente traerá como consecuencia que requieran algún tipo de injerencia, es decir, interpretación e intervención humana; esto es relevante toda vez que a la luz del GDPR si bien se estaría cumpliendo de manera parcial con lo establecido, quedaría pendiente aún solventar el momento de la intervención humana y la impugnación, ya que como se puede inferir de una interpretación del numeral 3 del artículo 22, la intervención humana se requiere después de un eventual conflicto para poder emitir una opinión o impugnar la ejecución en los Smart Contracts, y no antes de su ejecución.

3.1.5.2 Derecho a impugnar

Respecto al tema de la impugnación, dado que los Smart Contracts no son centralizados, y utilizan programación lógica, es muy complicado establecer una jurisdicción y competencia para el caso de resolución de conflictos, por lo que se está buscando que los Smart Contracts se apoyen del arbitraje para la resolución

¹¹⁹ Foncuberta, Marina, *op. cit.* Parte II.

de controversias.¹²⁰ Sin embargo, al día de hoy no hay una fórmula validada y utilizada de manera generalizada para incluir el arbitraje en este tipo de Contratos, por lo que ha sido cuestión de ingenio entre abogados y programadores poder diseñar una estructura que funcione en ese sentido.

Como se ha visto en este apartado, la auto ejecutabilidad de los Smart Contracts, que es parte de la naturaleza intrínseca de los mismos y lo que pudiera representar, para muchos, su principal atractivo y su mayor ventaja, para muchos otros representa un problema grave en donde, ante la inminente ejecución del Smart Contract, la única solución posible sería solicitar la impugnación judicial de tal contrato de forma ex post, es decir, una vez que ha sido ejecutado, en cuyo caso la forma de “restituir” sus efectos pudiera ser una indemnización por daños o perjuicios o bien restablecer, en caso de que sea posible, las cosas al estado que guardaban antes.

Lo anterior, no es un procedimiento sencillo, ya que lleva necesariamente a otro inconveniente que varios juristas ya han detectado, esto es que, en algunos casos, desde el inicio o momento de la programación, el objeto del Smart Contract era nulo o ilícito, y pese a ello pudo existir la ejecución de ese contrato de manera inevitable.

En conclusión de este apartado, cuando no se logran precisar en el *Smart Contract*, el derecho de la intervención humana y el tema de la impugnación, al menos a la luz del GDPR se estaría en incumplimiento del numeral 3 del artículo 22.

¹²⁰ Idem.

3.1.6 Carencia jurisdicción y competencia: Acceso a la justicia/ indefensión

Debe recordarse que los Smart Contract están “escritos” con condiciones lógicas traducidas en un código, por lo que resulta complejo, por no decir imposible traspasar a dicho código todas las cláusulas de un contrato “normal”, por lo que solamente se utilizan aquellas que son sencillas y pueden desarrollarse en redacción condicional. Esta estructura impide que se puedan establecer algunas cláusulas, por ejemplo, aquella que refiere a la jurisdicción y competencia.

Por otro lado, cabe señalar que en algunos casos las partes que participan en el Smart Contract serán anónimas o no completamente conocidas, lo que podría dejarlas en indefensión en algún momento de su ejecución.

Por ello, y en seguimiento a lo referido en la sección anterior cuando se hablaba de autoejecutabilidad, y sus efectos, se precisó que la impugnación para los Smart Contracts es un tema relevante, controversial y que no tiene aún un consenso propiamente para las alternativas que existen ante sus efectos inminentes; y además, por la carencia o falta de determinación de una jurisdicción y competencia, no sería sencillo determinar ante quién y en donde se realizaría dicha impugnación, por lo que la principal solución propuesta que han determinado ya varios juristas es establecer un arbitraje.

Una vez que las partes participantes en el Smart Contract señalan que en caso de controversia acudirán a arbitraje, será el árbitro o árbitros quienes se encarguen de dirimir la controversia, esto puede realizarse definiéndolo como un oráculo, e inclusive, como se verá en la sección 4.1.5, hacer que su resolución sea parte de la misma cadena de bloques en el Smart Contract, por lo que la haría también autoejecutable; o para el caso de los Smart Contract en modelo multisig o multifirma (Sánchez Garrido abogados lo llaman multisign) cuyo objetivo es básicamente ratificar la voluntad de las partes a través del uso de llaves en forma de claves privadas que activarán el mecanismo que los ejecuta de forma

automática. En efecto, parte de esa alternativa funciona, y resolvería al menos de manera parcial, tanto la carencia de jurisdicción y competencia, así como el de la impugnación, sin embargo, otro problema surge bajo la luz de lo que señala la Convención de Nueva York (Convención sobre el Reconocimiento y la Ejecución de las Sentencias Arbitrales Extranjeras) de la cuál cabe mencionar que México es parte, y considerar el arbitraje tradicional, junto con su ejecución, o la participación de uno o más árbitros dentro de un arbitraje *on chain* (se verá más adelante) pero se perdería justamente esa característica que, para muchos, es lo que hace atractivos a los Smart Contracts, es decir, que sean de ejecución inminente sin que influya ninguna persona.

3.1.7 Seguridad

Cuando se habla de Smart Contracts y de Blockchain invariablemente se hace referencia a tecnología. La tecnología no es infalible, ya que pueden existir múltiples factores que la pongan en riesgo y/o la afecten si no se toman las medidas de seguridad, físicas, técnicas y hasta administrativas adecuadas. Si bien, se ha comentado que los Smart Contracts poseen ciertas características que los hacen ser confiables, no se puede decir que posean una seguridad infalible, que se encuentren libres de errores que los hagan vulnerables o que no tengan áreas de oportunidad.

Los hackers han empezado a “incursionar” en estas nuevas figuras, no es una tarea nada sencilla, pero se comienzan a plantear cómo realizar intervenciones en la tecnología Blockchain, o a buscar un hueco para poder corromper el sistema.

Ejemplo de lo anterior, es en el lenguaje de programación, en donde se tiene uno de los principales antecedentes: el caso de “The DAO”. Para explicarlo, es relevante señalar algunos antecedentes básicos.

DAO es el acrónimo de la descripción en inglés *Decentralized Autonomous Organization* que significa Organización Autónoma Descentralizada. Esta figura

tiene origen o concepción desde finales del siglo XX pero fue hasta su aplicación a través de Ethereum que logró ver la luz. Ethereum no es el único sistema con el que pueden crearse, pero sí uno de los más famosos en la actualidad.

Una DAO tiene como características principales: i) autonomía; ii) no está sujeta a una jurisdicción específica; iii) es descentralizada, por lo que no se vincula a ninguna ley; iv) tampoco tiene la estructura comúnmente conocida de una organización; v) utiliza necesariamente tecnología Blockchain; vi) se ejecuta a través de un Smart Contract; vii) por lo general busca que se emita un token o medio de intercambio, esto para que pueda obtener recursos y económicamente sea sostenible.

Pues bien, The DAO, es famosa por tratarse de un intento de varias personas por efectuar la más grande organización de este tipo, se estima que contaba con aproximadamente \$150,000,000.00 USD. El hecho en cuestión ocurrió en el año 2016, cuando un hacker detectó un error en la programación que hacía el código vulnerable y aprovechó para sustraer aproximadamente \$50,000,000.00 USD en Ethereum, se dice que los propios miembros de la organización no pudieron evitarlo, ya que, parte de los acuerdos son la naturaleza inmutable del código y la autonomía, es decir, en principio fue aprovechada la misma naturaleza y reglas de la tecnología empleada por la DAO. Cabe señalar que si bien, este acto no se consideró propiamente como un robo, fue el error de diseño el permitió a los hackers tener acceso, de forma que resultó evidente que el diseño era muy vulnerable y por tanto no era seguro.

Otro ejemplo ocurrido en 2022 es el caso de Ronin Network, en donde un hacker robó un estimado de 600 millones de dólares en criptomoneda Ethereum, a través de la vulneración de la seguridad de la Blockchain empleada en el juego llamado Axie Infinity en donde los jugadores adquieren tokens no fungibles, mejor conocidos como NFT's, los almacenan en la cadena de bloques para iniciar a jugar, conforme van ganando adquieren recompensas en criptomoneda generalmente.

Como puede observarse, la seguridad sin duda alguna va a hacer uno de los puntos cruciales que determinen el uso tanto de Blockchain como de los Smart Contracts.

3.1.8 Error como vicio del consentimiento

Los Smarts Contracts utilizan necesariamente programación para traducir a lenguaje de código el acuerdo entre las Partes, o las cláusulas del contrato que han pactado, “[a]un cuando estas fuesen llevadas a cabo sin errores y sin límites, por ejemplo, con asistencia de la Inteligencia Artificial (IA), cabría que los resultados obtenidos con la ejecución no fueran óptimos para una o incluso para todas las partes afectadas por la transacción.”¹²¹

Esto significa que puedan existir errores en dicha programación, es decir las instrucciones traducidas no reflejan la voluntad de las partes, y además las partes están impedidas a modificarlas por el uso de la tecnología Blockchain, y atendiendo a que los Smart Contracts tienen naturaleza autoejecutable e inmutable, la consecuencia inminente de ambos escenarios es que las instrucciones serán ejecutadas de forma automática, lo que pudiera desencadenar en la afectación económica de una persona, o dependiendo del uso que se le dé al Smart Contract, inclusive podrían verse afectadas otras esferas de la vida de alguno de los contantes o de terceros.

Ante este escenario, una de las opciones que han planteado algunos juristas es el uso de mulfirimas que, como ya se precisó en la sección anterior, elimina la naturaleza y una de las ventajas de los Smart Contracts.

La otra opción que se ha puesto sobre la mesa para minimizar el riesgo de la existencia de errores, es realizar la revisión de las cláusulas antes de su traducción,

¹²¹ Sánchez-Castro Díaz Guerra, Consuelo, “Problemas que plantean la ejecución automática y su irreversibilidad en los Smart Contract”, Sánchez Garrido, España, 2021, <https://www.sanchezgarridoabogados.com/ejecucion-automatica-y-su-irreversibilidad-en-los-smart-contract> consultado el 22 de mayo de 2022.

esto es conocido como revisión o control ex ante, aunque este tipo de revisión “puede ser insuficiente en casos de extrema onerosidad sobrevenida o de cláusulas en el contrato de tipo rebus sic stantibus.”¹²²

Ahora bien, resulta relevante comentar en este apartado la existencia de un principio de derecho “*nemo auditur propriam turpitudinem allegans*” que significa que nadie puede ser escuchado, invocando su propia torpeza o nadie puede alegar a su favor su propia torpeza o culpa, ya que en el supuesto de que una de las partes sea quien ha efectuado la programación del *Smart Contract* o permitido su programación por otra persona, en ambos casos sin conocimiento en el lenguaje de programación, sin conciencia de las consecuencias que pueden generarse, etc., la naturaleza de este tipo de contratos como se ha visto, impediría tanto su alteración como su inminente ejecución, por lo que si los efectos no son los deseados, es probable que en determinados casos y/o jurisdicciones no pudiera exigirse ninguna de las opciones comentadas en el párrafo dos de la sección 3.1.5.2 del presente documento, ya que sería aplicable el principio aquí señalado.

Por otro lado, para la interpretación del *Smart Contract* también sería aplicable el principio conocido como “*contra proferentem*”, o también denominado “*interpretatio contra stipulatorem*”. Este principio está reconocido en la gran mayoría de legislaciones europeas, latinoamericanas y en el *common law* y refiere a que cuando una cláusula no puede ser interpretada de manera literal debido a que existe ambigüedad en su redacción, y no es posible superar tal ambigüedad con los demás principios y clausulado contenido en el contrato, su interpretación será en perjuicio de la parte que escribió tal cláusula, en su caso, o bien, en caso de la parte hizo uso de un formato o formulario redactado por un tercero. Una interpretación más actual de este principio es que las ambigüedades deben resolverse en beneficio de los consumidores.¹²³

¹²² *Idem*.

¹²³ Rodríguez Olmos, Javier M., “Contexto y construcción de la regla “interpretatio contra proferentem” en la tradición romanista”, *Revista de Derecho Privado*, Dialnet, Unirioja, España, 2008,

3.1.9 Principio de autonomía de la voluntad y Principio Rebus Sic Stantibus

Como ya se ha referido, una de las principales características de los Smart Contracts es su inmutabilidad, es decir, una vez que el contenido ha sido acordado e ingresado, esto es, la programación está en el Blockchain, en caso de que ocurra algún supuesto que las partes no hubieran previsto, o simplemente llegaron a un acuerdo para modificar el Smart Contract en alguna parte, no será posible realizar modificaciones a lo ya programado, toda vez que la tecnología empleada, lo impide por su propia naturaleza, ya que no contiene mecanismos que permitan a las partes cambiar el acuerdo conforme a las nuevas condiciones o aquellas que van mutando con el tiempo o de conformidad con sus necesidades, esto podría ser traducido en la no aplicación del “principio de autonomía de la voluntad de las Partes” y tampoco del principio “*rebus sic stantibus*”.

El principio de autonomía de la voluntad se ve impactado en este caso, ya que, si bien las partes pudieron haber cambiado sus posturas en el transcurso de tiempo y están de acuerdo en modificar las condiciones iniciales contratadas, no podrán efectuarlo.

Por otro lado, debe recordarse que el principio “*rebus sic stantibus*” tiene lugar dentro de la teoría de la imprevisión, por lo que refiere al caso de que ocurra algún evento que no hubiera podido ser previsto y que sobrevenga a las condiciones originalmente contratadas por las partes, y su impacto sea tal que en caso de que las condiciones no sean modificadas, tendría consecuencias en extremo onerosas solamente para una de las partes, por lo que, como su nombre lo indica, sirve para que existan alternativas tendientes a la modificación en caso de imprevistos. Cabe

No. 14, p. 70, consultado en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3252318> el 22 de enero de 2023.

señalar que este principio es considerado como una excepción al principio “*pacta sunt servanda*” que se verá más adelante.

Como puede observarse, la inmutabilidad de los Smart Contracts contraviene los dos principios citados, ya que la naturaleza de la tecnología utilizada, es decir, *Blockchain* no contiene mecanismos que permitan la modificación o reprogramación de lo que se ha incorporado a la cadena, además de que la auto ejecutabilidad, también representa otro obstáculo para la aplicación de estos principios.

3.1.10 Brecha digital y social

Si bien la tecnología ha sido un parteaguas en la vida de los seres humanos, brindando grandes avances aplicados a la salud, la educación, el trabajo, la agricultura, entre otros, para muchas personas ha sido una gran desventaja, y el inicio de un túnel sin salida, ya que materializa el nacimiento de una brecha que en palabras simples, representa una oportunidad desigual e inclusive una falta de oportunidad para poder tener acceso, poder utilizar e inclusive apropiarse de lo que se conoce como TICs o tecnologías de la información y de la comunicación.

Esta brecha puede entenderse desde dos perspectivas:

La primera radica en una brecha técnica, ya que no en todos los países las condiciones de infraestructura permiten a la totalidad de la población el acceso, ya no se diga a internet, sino a electricidad e inclusive otros recursos vitales. En algunos otros la velocidad de sus sistemas informáticos se encuentra reducida a unos cuantos megabits por segundo. Esto significa que no se tiene conectividad, o la que se tiene no cuenta con la calidad necesaria o suficiente para su uso óptimo.

La segunda brecha tiene que ver con la cuestión social, ya que no todas las personas han recibido educación y/o capacitación suficiente para abordar de lleno todas las cuestiones tecnológicas posibles, no están siendo incluidos en un cambio de paradigma en sus empleos, en operaciones digitales ya sea bancarias,

empresariales e inclusive con el mismo gobierno solo por mencionar algunos. En este ámbito también pudiera considerarse en ciertos casos la brecha de género, ya que en determinados países está aún mal visto que las mujeres tengan acceso a conocimientos, carreras o empleos relacionados con la tecnología.

En ese sentido, para muchos, el uso de los *Smart Contracts* representa que la brecha digital, social y económica se acrecienta, ya que su implementación requiere, conocimiento y capacitación (alfabetización digital), acceso a información, recursos materiales (dispositivos o equipos con conexión a internet, internet, etc.), e inclusive recursos económicos, por lo que no ven posible ni próxima su utilización a gran escala.

Sobre el tema en comento, debe resaltarse que los *Smart Contracts* como se ha visto en otras secciones, funcionan gracias a su estructura condicional consolidada en lenguaje de programación, por lo que resulta, para cualquier persona sin el más mínimo de conocimiento al menos del funcionamiento de la tecnología *Blockchain* ni de lenguaje de programación, prácticamente imposible o sumamente complicado realizarlo, al menos hasta el día de hoy.

Lo anterior, trae consigo que el uso generalizado de los *Smart Contracts* sea aún utópico, ya que para poder pensar en la expansión y/o generalización del uso de este tipo de contratos, primeramente, deben atenderse diversas brechas que tienen un impacto directo e indirecto no solamente el uso de esta tecnología, sino en otras esferas de la vida diaria, tales como falta de empleo, de capacitación, desigualdad salarial, desigualdad económica, entre otros problemas complejos.

3.1.11 Materia de energía y huella de carbono.

Como se ha comentado, los *Smart Contracts* hoy en día funcionan con la tecnología *Blockchain*, y esta última, como se observó en el numeral 1.7 del capítulo primero, funciona a través de pruebas de trabajo o pruebas de estado para poder obtener un consenso entre los participantes respecto a las transacciones que se van

efectuando dentro de la cadena y a cambio se obtienen ciertas recompensas; esta actividad se le conoce como minería y por tanto a las personas se les denomina mineros.

En la minería es necesario que los participantes de la cadena estén utilizando al menos un dispositivo electrónico y una conexión a internet, en ambos casos, como es sabido se requiere electricidad, por lo que en la medida en que más equipos de cómputo sean destinados a realizar labores de minería lógicamente el consumo de energía es mayor, y cabe señalar que actualmente ya se han destinado numerosos equipos única y exclusivamente a esta actividad, e inclusive muchas personas han hecho de la minería su trabajo o forma de vida, basta poner como ejemplo la Ciudad Bitcoin o Bitcoin City, en el Salvador, cuyo proyecto es impulsado por el presidente Nicolás Bukele, en donde se busca el no establecimiento de impuestos a esta actividad, que su construcción esté financiada con esta criptomoneda, entre otras amenidades.

Sin embargo, lo anterior comienza a tener efectos, y es que por ejemplo en el caso de bitcoin, se han realizado estudios de emisiones de carbono por lo que hace a las operaciones de minería en la *Blockchain* que utiliza esta criptomoneda en China en donde el resultado estima:

(...) que el consumo de energía de este proceso alcanzará su punto máximo en 2024 consumiendo alrededor de 297 teravatios por hora y generando alrededor de 130 millones de toneladas métricas de emisiones de carbono, cantidades superan la producción anual total de emisiones de gases de efecto invernadero de países de tamaño medio en Europa, como Italia o la República Checa.¹²⁴

¹²⁴ Rodríguez, Héctor, "Bitcoin y huella de carbono", *National Geographic*, España, 20 de mayo de 2022, https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/criptomonedas-huella-carbono-dinero-digital_16761 consultado el 22 de mayo de 2022.

Como puede observarse uno de los problemas que eventualmente podría tener lugar si el uso de los Smart Contracts se generaliza a nivel internacional, sería el consumo de energía y la emisión de gases de efecto invernadero.

3.2 Impactos positivos

Contrario a lo que se ha expresado en el subtema anterior, también es fundamental que se realice un análisis y estudio de aquellos derechos, principios o factores que, por el contrario, también se fomentan, o podrían protegerse cuando precisamente se hace uso de los Smart Contracts.

3.2.1 Principio de autonomía de la voluntad

Algunas características de los Smart Contracts, tienen un doble efecto en el ejercicio del principio de autonomía de la voluntad, por un lado, la autonomía de la voluntad de las Partes se ve afectada tal como se revisó en el apartado 3.1.9, pero, por otro lado, se beneficia, ya que las personas pueden efectuar la contratación de obligaciones de la forma en que ellas mismas han determinado y acordado con la contraparte, tal como se verá a continuación.

El principio de autonomía de la voluntad, tal como la misma Suprema Corte de Justicia de la Nación ha señalado, “goza de rango constitucional y no debe ser reconducido a un simple principio que rige el derecho civil. En esa línea, se estableció que el respeto del individuo como persona requiere el respeto de su autodeterminación individual, por lo que si no existe libertad del individuo para estructurar sus relaciones jurídicas de acuerdo con sus deseos, no se respeta la autodeterminación de ese sujeto.”¹²⁵ Abonando a lo anteriormente expresado, cabe señalar que también la SCJN ha indicado que es “evidente que de manera implícita

¹²⁵ Suprema Corte de Justicia de la Nación, Amparo Directo en Revisión 6806/2018, Ponente: Ministra Norma Lucía Piña Hernández Secretario Auxiliar: César De La Rosa Zubrán P, p. 7, Consultado en https://www.scjn.gob.mx/sites/default/files/listas/documento_dos/2019-08/ADR-6806-2018-190829.pdf, el 26 de marzo de 2022.

la Constitución reconoce la existencia de un derecho a la autonomía de la voluntad en la contratación.”¹²⁶

En ese sentido, este principio permite que las partes elijan de manera libre el qué, cómo y cuándo desean obligarse, por lo que un contrato podría realizarse de la forma que ambas convengan, incluyendo a través del uso de la tecnología suscribiendo un Smart Contract, en tanto la materia sobre la que versan no esté regulada de manera específica en la jurisdicción que le aplique a alguna de las partes y exija una forma predeterminada como elemento de existencia.

3.2.2 Principio Pacta Sunt Servanda

Esta locución latina tiene gran relevancia en materia contractual, al menos en las legislaciones de países que tienen como base al sistema romanista. Su significado refiere a que los pactos deben ser cumplidos, lo pactado obliga, los contratos están para cumplirse, entre otros. Esto se traduce necesariamente en que para las partes que han decidido contraer determinadas obligaciones y las han acordado en un documento denominado convenio en sentido amplio o contrato en sentido estricto, estarán forzadas a cumplir con lo establecido.

En ese sentido, como se ha externado, el cumplimiento de los Smart Contracts, por su naturaleza autoejecutable, descentralizada, transparente, inmutable y auto verificable, no se encuentra al arbitrio de una sola de las partes, ni tampoco depende de un tercero como lo es alguna de las dependencias del Estado, sino que dependerá únicamente del esquema de la programación efectuada y del acontecimiento externo pactado entre ellas, por lo general un oráculo, para que sea completamente inminente.

Como puede observarse, la propia naturaleza de los Smart Contracts, basada en las características que se han precisado, favorecen el cumplimiento del principio *pacta sunt servanda*, ya que por un lado, lo establecido no puede ser

¹²⁶ *Idem.*

alterado y por otro lado, lo pactado en el contrato se cumplirá de manera automática, por lo que este tipo de contratos cumple este principio por completo. Además, el cumplimiento de este principio también tiene como beneficio el fortalecimiento de la confianza que se verá en el siguiente apartado.

3.2.3 Confianza

Uno de los riesgos más importantes que se tienen en materia contractual es el incumplimiento; las partes involucradas siempre están a la expectativa de que la contraparte sí cumpla lo que ha acordado, y en los tiempos y formas que fueron determinados. Dependiendo de las experiencias que se vayan teniendo con los contratos firmados, la confianza de las partes crece o decrece en la misma medida.

Es en este punto, en donde se puede visualizar otro de los beneficios que ofrecen los Smart Contracts: la confianza, y es que este tipo de contratos, como se ha visto en esta investigación cuenta con características que favorecen el cumplimiento de ambas partes a lo que se han obligado, la autoejecutabilidad. Esta característica elimina por completo el riesgo de incumplimiento, ya que la ejecución del contrato, y por tanto su cumplimiento efectivo, no estará basado en la decisión de la parte obligada y de su voluntad para cumplir, ni de factores que pueden intervenir en su decisión o que ésta se vea corrompida por diversos intereses, sino que el cumplimiento de lo acordado entre dos partes, se basará únicamente en funciones matemáticas en donde prácticamente el error se reduce a cero cuando la programación inicial ha sido efectuada correctamente.

Por lo anterior, es que muchos autores consideran que los Smart Contracts son un medio confiable para que los participantes en un contrato tengan plena certeza jurídica y de forma personal, de que lo acordado será cumplido tal y como se comprometieron las partes, lo que reduce la brecha o falta de confianza que puede existir en todo acuerdo de voluntades tradicional.

3.2.4 Derecho de acceso a las tecnologías de la información y comunicación

En la Sociedad de la Información el derecho de acceso a las tecnologías de la información está relacionado con el derecho a la información y la comunicación, pero no son lo mismo, el primero comprende el acceso y utilización de las tecnologías, como por ejemplo navegar en internet, adquirir y difundir información por medios digitales, radiofónicos y televisivos¹²⁷, mientras que el segundo refiere a la búsqueda y recepción de información, es decir, el segundo puede ser efectuado a través del primero.

Este derecho, ha sido reconocido por la Asamblea general de la ONU en la resolución 56/183, y en México, está establecido en el artículo 6 Constitucional.

Adicionalmente, cabe destacar que en los Principios de Ginebra se recogen varios mecanismos que sirven a los Estados para poder dar cumplimiento no solo al reconocimiento de este derecho sino también a su aplicación con la finalidad de “(...) acelerar el progreso económico y social de los países, así como el bienestar de todas las personas, comunidades y pueblos.”¹²⁸ También se tiene como una línea de acción “(q)ue la aplicación de las TIC se extienda a todos los aspectos de la vida: gobierno, los negocios, la educación y capacitación, la salud, el empleo, el medio ambiente y la ciencia.”¹²⁹

En ese sentido, tanto la tecnología Blockchain así como los Smart Contracts tienen como presupuesto básico que ambos utilizan y se desarrollan a través de los ordenadores y la red, por lo que representan una forma en que las personas pueden

¹²⁷ Comisión Nacional de los Derechos Humanos, *Derecho al Acceso y uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación*, México, Instituto Nacional de Estudios Históricos de las Revoluciones de México, 2015, p. 11, consultado en http://appweb.cndh.org.mx/biblioteca/archivos/pdfs/foll_DerAccesoUsoTIC.pdf el 10 de septiembre de 2022.

¹²⁸ *Ibidem*. p. 9.

¹²⁹ *Idem*.

hacer uso de la tecnología en uno de los aspectos de su vida: para llegar a acuerdos, manifestar su voluntad y documentarla, impactando la forma de quizás relacionarse, emplearse, hacer negocios, entre otros, por lo que de esta manera, se estaría ejerciendo el derecho de acceso a las tecnologías de la información y comunicación.

3.2.5 Derecho de los consumidores

Es innegable que en un mundo globalizado el comercio, y especialmente el comercio electrónico (“entendido como el proceso de compra, venta o intercambio de bienes, servicios e información a través de las redes informáticas, cuyo pago puede o no ser hecho en línea”¹³⁰) forma un pilar básico del sistema económico a nivel mundial. En México, muchos clientes de tiendas físicas han optado por migrar al comercio electrónico, entre 2019 y 2020, el también llamado e-commerce creció 1.8 veces, hasta un valor estimado de 11,000 millones de dólares y una penetración del 5%, y se prevé inclusive que para el 2025 alcance 9%¹³¹.

Es por lo anterior que el derecho de los consumidores ha tomado mayor relevancia en los últimos años y que constantemente se sigue actualizando para atender a sus necesidades y derechos.

La protección a este derecho podría verse ampliamente beneficiada con el uso de los Smart Contracts, un ejemplo muy evidente es el que señala Eva Hernández Ramos, cuando las personas adquieren un boleto de tren, su boleto debería incluir una indemnización en caso de incumplimiento de los servicios contratados, esto es cuando el tren se retrase o se cancele el viaje. Al día de hoy, cada pasajero tendría que levantar una reclamación con el mecanismo señalado por el prestador del servicio, en caso de que exista, ser evaluado, adjuntar pruebas, esperar una resolución que pudiera o no ser favorable ya que es por lo general a

¹³⁰ INEGI, Comercio Electrónico, consultado en <https://www.inegi.org.mx/temas/vabcoel/> el 22 de enero de 2023.

¹³¹ Lacayo Jorge y Estrada Ángel, “Comercio electrónico pospandemia: el mejor momento para entrar al sector de última milla en México”, *EY Parthenon*, 2022, consultado en <https://go.ey.com/3LDqy5e> el 22 de enero de 2023.

discreción del prestador. Si se hiciera uso de un Smart Contract, al momento del incumplimiento se ejecutaría la indemnización a cada uno de los pasajeros de forma inmediata, sin necesidad de procedimientos individuales, sin intermediarios¹³², y lo mejor de todo sin lugar a la interpretación o buena fe por parte del prestador de servicios.

Respecto a esto, un ejemplo real es el sistema Fizzi, implementado en Francia por la aseguradora AXA en 2017, en donde los usuarios podían adquirir un seguro de retraso de vuelo, que operaba bajo un Smart Contract, por lo que en caso de que se actualizara el supuesto, es decir, se retrasara el vuelo por más de dos horas, sin necesidad de realizar una solicitud o enviar documentación, la persona asegurada recibía de manera automática su indemnización.¹³³

Pudiera pensarse que esta situación reduciría las ganancias de los sectores que lo implementen, en este supuesto, de las aseguradoras, sin embargo, podría ponerse sobre la mesa también, que al verse beneficiados los consumidores, su confianza incrementaría, por lo que las ventas de este tipo de productos podrían verse beneficiadas.

El único aspecto a cuidar sería respecto a proporcionar a los consumidores la visualización y traducción de los Smart Contracts para una fácil interpretación y con ello garantizar también su derecho a estar plenamente informados sobre el contrato que están firmado, y sus consecuencias.

3.2.6 Transparencia

En México, la Constitución Política en su artículo 6 apartado “A” establece el derecho de acceso a la información, que está muy relacionado con la materia de transparencia. Esta materia, es precisamente otro ejemplo de los campos que

¹³² Hernández, Eva María, Contenido y Forma de los Smart Contracts, 1 de junio de 2020, consultado en <https://radio4gbenidorm.com/es/blog/ver/opinion/contenido-y-forma-de-los-smart-contracts-eva-maria-hernandez> el 28 de marzo de 2022.

¹³³ Güiza Pinzon, Esteffany, *op. cit.*, p. 4.

podrían verse beneficiados por la aplicación de los Smart Contracts, tanto para el Estado como para la sociedad.

En el año 2016 fue publicada la nueva Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública; en su artículo 11 fracción se pueden observar diversas obligaciones de los sujetos obligados, entre ellas fomentar y promover el uso de tecnologías, la digitalización, publicidad de la información, entre otros, y en su artículo 21 se encuentran obligaciones a cargo del Instituto (INAI) entre las que, para efectos de esta sección, se destaca el fomento a principios de gobierno abierto así como la transparencia, rendición de cuentas, participación ciudadana, accesibilidad e innovación tecnológica.

Es por lo anterior, que el uso y aplicación de los Smart Contracts en diversas áreas del Estado, consultas, trámites, votación y ejercicio de presupuestos, licitaciones, materia electoral, etc., significaría no solo el cumplimiento literal de las obligaciones citadas, sino que traería consigo, además, un avance en la cultura mexicana, que se ha visto gravemente afectada por la corrupción, la deshonestidad, el desvío de recursos, malos manejos, nula rendición de cuentas. Por ejemplo, su aplicación en la votación del presupuesto, en el momento de la conclusión de la votación de los legisladores, los recursos se destinarían de manera automática, sin la intervención humana, a todos los programas asignados, siendo además transparente, a través de una cadena de bloques pública, y de forma automatizada, esto ayudaría si no a eliminar, por lo menos a reducir en gran medida todos los problemas citados que aquejan a la sociedad.

En seguimiento a lo señalado en el párrafo anterior, cabe mencionar que desde el 2018 se ha buscado por parte del Gobierno Mexicano utilizar la tecnología *Blockchain* para realizar compras públicas de manera más transparente, así como en el lanzamiento de licitaciones; en el primer caso no se está ante la presencia

propriadamente de un *Smart Contract* pero en el segundo caso se planteó con 4 de ellos, cada uno con un papel individual.¹³⁴

3.2.7 Medio ambiente

Actualmente muchas de las relaciones jurídicas que son documentadas conllevan múltiples actividades colaterales que tienen un impacto negativo en el ambiente, principalmente el transporte ya sea de las partes que lo firman, o de quienes intervinieron en su revisión y traslado; gasto de energía eléctrica que tomó su revisión, agua utilizada de diversas maneras, pero sobre todo papel. Y es que el papel no solamente son las hojas en las que se firma un contrato o convenio, sino también las que utilizan bancos, dependencias, transportistas, etc., para poder efectuar todas las actividades previas a la impresión y firma de un documento.

El papel se obtiene de la celulosa, materia prima que proviene de los árboles. De acuerdo con Environmental Paper Network, en el planeta tierra se está utilizando papel de forma sin precedentes en la historia, lo que está haciendo que su consumo no sea sostenible. Se estima que cada persona consume al año 55 kg de papel a nivel mundial y en América del Norte unos 215 kg por persona.¹³⁵ Producir un kg de papel equivale a 3.3. kg de CO² emitido.¹³⁶

El consumo de papel tiene serias consecuencias en el medio ambiente. La industria de la celulosa y del papel es una de las más contaminantes a nivel global, y también es una de las grandes consumidoras de agua dulce (aproximadamente para producir una hoja de tamaño A4 se requieren 20 litros de agua) así como de

¹³⁴ Riquelme Rodrigo, "Gobierno federal realizará el primer caso real de licitación con blockchain en agosto", *El Economista*, México, 2018, consultado en <https://www.economista.com.mx/tecnologia/Gobierno-federal-realizara-el-primer-caso-real-de-licitacion-con-blockchain-en-agosto-20180727-0035.html> el 5 de noviembre de 2022.

¹³⁵ Environmental Paper Network, "The State Of The Global Paper Industry", Martin Joshua y Haggith Mandy (coords.), *Shifting seas: New Challenges and Opportunities for Forest, People and the Climate*, 2018, p. 9, consultado en https://environmentalpaper.org/wp-content/uploads/2018/04/StateOfTheGlobalPaperIndustry2018_FullReport-Final-1.pdf el 28 de marzo de 2022.

¹³⁶ Ovacen, "Impacto medioambiental del papel; Consumo y problemas fabricación", consultado en <https://ovacen.com/impacto-medioambiental-papel/> el 28 de marzo de 2022.

energía (aproximadamente el 4% del consumo a nivel mundial). Adicionalmente esta industria genera grandes cantidades de residuos químicos contaminantes que son desechados a cuerpos de agua que pudieran ser utilizados en la cadena de producción de alimentos.¹³⁷

El uso de las nuevas tecnologías, hará posible a las personas cambiar sus hábitos de estudio, su trabajo, la forma de relacionarse, de llegar a acuerdos y de hacer negocios. La cadena de bloques y los Smart Contracts, pueden ser una alternativa interesante y eficiente para ello, ya que funciona para dejar evidencia firme de los convenios alcanzados, su ejecución se realiza de forma automatizada, dar seguimiento es relativamente sencillo, y no se requiere almacenamiento distinto a la cadena de bloques, puede consultarse prácticamente en todo el mundo mediante un dispositivo que tenga acceso a internet, etc.

3.2.8 Diversidad

Si bien los *Smart Contracts* siguen siendo algo novedoso para muchas personas, inclusive para abogados, existen empresas que tienen ya varios años utilizándolos. Hoy en día su principal uso es en el cumplimiento de obligaciones, específicamente en la automatización de pagos dentro de la cadena de suministro y en materia financiera, por ejemplo, las denominadas *Initial Coin Offering* o ICO por sus siglas en inglés en donde se ofrecen tokens para venta al público.

Sin embargo, debido a la propia naturaleza de los Smart Contracts y a la tecnología que emplean, su aplicación no está limitada a una materia en específico, sino que los estudiosos de la materia consideran que sus usos podrían ser inimaginables en un futuro, podrían ser aplicados por ejemplo, en materia de arrendamiento de algunos bienes muebles, ejemplo, un automóvil, un dron, un robot, o algún equipo electrónico (dejaría de funcionar en caso de que el arrendatario incumpla con el pago de la renta y por supuesto que no corriera riesgo el equipo, no pusiera a nadie en riesgo y que tuviera un localizador); testamentaria,

¹³⁷ Environmental Paper Network, *op cit.*, p. 5.

que las transferencias de los bienes ocurrieran de manera automática sin necesidad de iniciar un proceso engorroso y largo, compraventa, seguros, manejo de datos personales, sector inmobiliario, valores, entre otros.

3.2.9 Reducción de interpretación y cumplimiento

Los Smart Contracts, al estar escritos en código, que funciona con estructura lógica y condicionada, que debe ser realizada por un programador, reduce en gran medida el uso de términos ambiguos y con un amplio espectro de interpretación que, por lo general, utilizan los abogados. Esto, representa que las Partes, tengan condiciones contractuales más favorables, ya que no dependerá de que cada una de ellas contrate su respectivo abogado, con la posibilidad de que aquella que tenga un servicio legal de mejor calidad, cuente con un mayor beneficio.

En consecuencia, se reducen las posibilidades de interpretación que al día de hoy se presentan, y que pueden llegar a ser sometidos en los tribunales, en donde, por un lado nuevamente tendrá mejor oportunidad la parte que cuente con el abogado mejor preparado, y por el otro le se deja a criterio del juez la interpretación de lo que la voluntad de las partes.

Respecto al cumplimiento, como ya se ha comentado, una de las características principales de los Smart Contracts es la autoejecutabilidad, por lo que el cumplimiento de lo acordado entre las dos Partes forzosamente se cumplirá sin la intervención de la interpretación o voluntad de ninguna de ellas, sino que bastará que se cumpla la condición acordada conforme al oráculo elegido, por lo que se honrará cabalmente la voluntad de las partes sin intervención alguna. Esto pudiera representar en un futuro la disminución de los litigios civiles y mercantiles que se llevan a cabo todos los días en los juzgados, para buscar el cumplimiento forzoso de los contratos.

En resumen de este apartado, los Smart Contracts favorecen la igualdad de las partes, así como el acceso a la justicia y por supuesto ayudarían a reducir la carga administrativa que al menos los tribunales mexicanos, enfrentan actualmente.

Capítulo 4

**Perspectiva general y específica
para la celebración de Smart
Contracts de conformidad con la
legislación aplicable vigente en
México.**

Capítulo 4. Perspectiva general y específica para la celebración de Smart Contracts de conformidad con la legislación aplicable vigente en México.

Ya se ha comentado que los Smart Contracts podrían ser utilizados en un futuro no muy lejano debido a los diversos usos que puede tener, y si bien, al día de hoy México no cuenta con una regulación específica, no significa que no puedan ser celebrados y ejecutados, pero ¿qué debe considerarse en su celebración? y ¿qué beneficio representa para las partes que los celebran?

4.1 Perspectiva general. Antes de referir a las consideraciones específicas, que representan un beneficio para quienes han optado por celebrar un Smart Contract, es recomendable atender a múltiples aspectos y consideraciones básicas o generales, basados en principalmente en las disposiciones que les son aplicables conforme a lo establecido en el Código Civil Federal, el Código de comercio, la Ley Federal de Protección de Datos Personales en posesión de los Particulares, Ley de Protección al Consumidor, entre otras regulaciones, así como de las buenas prácticas en materia de comercio, para reducir los riesgos de nulidad, y garantizar su efectividad al ser utilizados a la luz de la legislación mexicana.

4.1.1 Naturaleza jurídica.

Al día de hoy, no existe consenso universal respecto a la naturaleza jurídica de los *Smart Contracts*, ni tampoco el Código Civil Federal de México, ni los códigos civiles de las diversas entidades federativas contemplan un título o capítulo especial para los *Smart Contracts*, o una definición como tal. Sin embargo, como se refirió con anterioridad, en nuestro país, para la celebración de un contrato lo más importante es la voluntad de las partes y la forma en la que se expresa su consentimiento, y debido a que mediante la celebración de un *Smart Contract* se cumple con ese

requerimiento, puede decirse que esta figura, a la luz de la legislación mexicana, cumple con todos y cada uno de los elementos que definen lo que se entiende como contrato, por tanto, puede concluirse que se trata de un contrato.

Ahora bien, resulta evidente que los *Smart Contracts*, no habían surgido al momento en que el legislador redactó la ley, y se trata de un contrato “nuevo”, ya que la forma en que se celebra y las características con las que cuenta, lo hacen muy particular, y es precisamente por ello que en la medida en que se busque celebrar un Smart Contract, deberán atenderse los requisitos ya establecidos para garantizar su validez, principalmente se recomienda dejar plasmada sin lugar a dudas la voluntad de ambas partes para su celebración y buscar siempre que el objeto del contrato se encuentre bien delimitado y por supuesto que sea lícito.

4.1.2 Forma

Como bien se ha comentado, los Smart Contracts, al ser un contrato “nuevo”, no solo en México, sino que, en la mayoría de los países, no se ha determinado o especificado en sí una forma específica para su celebración. En ese sentido existen tres modelos o formas principales que The Law Society, organismo profesional independiente de abogados de Inglaterra y Gales, a través del panel LawTech ha referido¹³⁸:

- **Simplemente código:** significaría que el contrato solamente ha sido celebrado y ejecutado en código puro, sin necesidad de que entre las Partes se haya realizado un documento en físico al respecto, es decir, sin traducción ni en lenguaje natural, ni en lenguaje jurídico. Esto cumple con la naturaleza y características de un contrato ya que podría asumirse que las partes intercambiaron las versiones del código y lo acordaron tal y como estaba escrito para implementarlo en la Blockchain.

¹³⁸ LawTech UK - Delivery Panel, “Consultation on the status of cryptoassets, distributed ledger technology and smart contracts under English private law”, UK Jurisdiction Taskforce of the Legaltech Delivery Panel, 2019, consultado en <https://www.lawsociety.org.uk/campaigns/lawtech/news/cryptoassets-dlt-and-smart-contracts-ukjt-consultation/> el 24 de julio de 2022.

- Modelo Interno: se conoce como contrato que contiene código, ya que se trata de un contrato en lenguaje natural en donde se abordan también las cuestiones técnicas, es decir, el código que se ejecutará en la Blockchain, se encuentra contenido en el mismo documento. Puede ser implementado de dos maneras: i) el contrato redactado normalmente, pero con los acuerdos de código colocados solamente en código, sin traducción o representación al lenguaje natural. ii) el contrato redactado en lenguaje natural pero con los acuerdos de código redactados tanto en código como en lenguaje natural.
- Modo externo: este tipo de contrato se conoce como el soporte del código, y es tal cual el acuerdo entre las partes redactado en lenguaje natural en prosa pero sin contener el código del Smart Contract. Se le denomina de esa manera porque como su nombre lo indica el código es externo al documento o soporte escrito entre las Partes, pero sí le corresponde al mismo.

La crítica que se le ha realizado al modelo externo es si realmente es un Smart Contract, y no se trata de un contrato tradicional, que prevé la forma de ejecución de ciertos de sus aspectos a través de código computarizado. En ese sentido, cabe señalar que los abogados expertos en la materia en Inglaterra (The Law Society) no solo no coincidieron con esta postura crítica, sino por el contrario, consideraron que bajo su sistema jurídico y conforme a su legislación, el derecho inglés, para que los Smart Contracts fueran vinculantes, no era necesaria ninguna forma en particular para su celebración, ni tampoco contar con un contrato que los acompañara redactado en lenguaje natural que funcionara como una especie de “envoltura legal”, y concluyen que su existencia conforme a la ley aplicable, en código puro, ya es generadora en sí misma de derechos y obligaciones.¹³⁹

Ahora bien, como se observó en este documento, en México, son aceptados y existen dentro de su propia regulación interna, los principios de neutralidad tecnológica y equivalencia funcional que abonan a la seguridad jurídica de las

¹³⁹ Tasende, Ignacio, op. cit., sin página.

partes, y convergen con lo expresado de que no se requiere una forma específica de celebración para los contratos.

En conclusión, si bien para que el Smart Contract redactado puramente en código dentro de Blockchain, sea válido y plenamente generador de derechos y obligaciones entre las Partes que lo acordaron, y por tanto vinculante para ambas, bastaría que cumpla con los requisitos establecidos en ley para entenderlo como un Contrato, se recomienda que, aunque no es necesario ni obligatorio al día de hoy, cuente con una forma en específico, se acompañe al Smart Contract de su “traducción” a lenguaje natural o clausulado, es decir, al modelo externo o al modelo interno, ya que esto, por un lado, facilitaría su interpretación en el eventual caso de un litigio y, además serviría para “(...) garantizar que las cláusulas que se programen en el código binario estén dentro de los límites de la ley aplicable.”¹⁴⁰ En este punto quizás pueda acompañarse de lo que se conoce como contratos ricardianos que son redactados en lenguaje normal y se traducen automáticamente a lenguaje informático que es el utilizado en los Smart Contracts para su ejecución.¹⁴¹

Esta postura, quizás bastante conservadora, se pueda ver modificada con el paso de los años, en la medida en que este tipo de contratos sean más utilizados por los ciudadanos y las autoridades mexicanas. Además, será fundamental que los abogados se preparen en cuestiones de programación de este tipo de contratos o bien, abogados y programadores trabajen en conjunto para garantizar el funcionamiento y validez legal de dichos contratos.

4.1.3 Identificación

Como fue abordado con anterioridad, por lo general, en la red se utilizan pseudónimos o apodos y no el nombre real completo de las personas que están

¹⁴⁰ Nava González, Wendolyne, y Morales Rocha, Victor Manuel, *op. cit.*, p. 197.

¹⁴¹ Rodríguez Nelson, ¿Qué son los Contratos Ricardianos? Guía completa, *101 Blockchains*, 2019, consultado en <https://101blockchains.com/es/contratos-ricardianos/> el 20 de septiembre de 2022.

detrás de cada ordenador; esto, para el caso de los Smart Contracts no es propiamente lo más adecuado, ya que hace complicada la identificación de las partes que participan en ellos. Si bien, esta característica puede resultar parte de su atractivo, pudiera representar complicaciones en el eventual supuesto de un proceso judicial o de la ejecución de una sentencia.

Ante este escenario existe la posibilidad de que los participantes cuenten con evidencia documental de la relación e identidad de la cuenta y pseudónimo utilizado en la plataforma que ejecutó el *Smart Contract*, esto en su momento deberá ser armado como una prueba en el juicio o proceso de arbitraje que eventualmente se realice, considerando peritajes en materia informática, la importancia de cadenas de custodia, entre otras cuestiones. Ahora bien, “Si bien es cierto que las claves utilizadas para las transacciones de Ethereum no están asociadas a personas físicas concretas, hay varios estudios que analizando la cadena de bloques han podido correlacionar dichas transacciones y agruparlas”.¹⁴² Esto significa que si bien es cierto, para algunas personas este tipo de contratos pudiera llegar a generar desconfianza en cuanto al desconocimiento de la otra persona con la que se celebra el Smart Contract, al día de hoy, como refiere Ignacio Tasende ya existen algunas herramientas o métodos que la propia tecnología Blockchain ha implementado para auxiliar a las autoridades a “traspasar el velo” para identificar a quienes son partícipes de la red.¹⁴³

4.1.4 Confidencialidad

Cuando se celebra un *Smart Contract* utilizando *Blockchain*, es muy probable que, por sus características, el código fuente el mismo se encuentre repartido en los diversos nodos que participan en la cadena de bloques, por lo que es posible que se tenga como consecuencia la pérdida de confidencialidad o privacidad del negocio

¹⁴² López Vivar, Antonio *et. al.*, “Análisis de la Privacidad y de la Seguridad en ‘ Contratos Inteligentes”, p. 131, consultado en https://editorial.urosario.edu.co/pub/media/hipertexto/rosario/anexos/proyecto-cibsi/12_F36_ok.pdf el 24 de julio de 2022.

¹⁴³ Tasende, Ignacio, *op. cit.*, sin página.

pactado “tanto en las transacciones, que quedan registradas en la cadena de bloques, como en el propio código fuente de los contratos”¹⁴⁴.

Sin embargo, existen opciones para que la *Blockchain* sea privada como se refirió ya en otros apartados, esta es la mejor opción para cuando se busca que un negocio permanezca de forma confidencial. Por otro lado, ya existen herramientas tecnológicas que ayudan a mitigar este problema, algunas de ellas son marcos o entornos de ejecución segura, también conocidos como frameworks, algunos de ellos por ejemplo son: Hawk y Ekiden, en el primero se usa criptografía y pruebas de conocimiento y se ejecuta un tercer programa en la cadena de bloques por un manager; el segundo usa entornos de ejecución de confianza, en donde existen 3 tipos de nodos, los de los clientes o usuarios, los nodos de ejecución segura (ejecutan el contrato) y los nodos de consenso que validan los cambios que se ven reflejados en la cadena de bloques.

También existen otra clase de herramientas, tanto de código abierto como de código fuente privado, que van más enfocadas al análisis de diversas cuestiones que están relacionadas con la privacidad y confidencialidad de los Smart Contracts, que son mucho más complejas y que requieren sin duda un estudio mucho más técnico y especializado, sin embargo, el punto a resaltar, es que hoy en día, el funcionamiento de este tipo de contratos ha ido evolucionando en conjunto con el desarrollo de muchas herramientas que permiten que las posibles vulnerabilidades se vean reducidas, por lo que es recomendable consultar con los desarrolladores de Smart Contracts para elegir alguna que se adapte a las necesidades de las partes.

4.1.5 Jurisdicción y competencia.

Si bien, uno de los beneficios que ofrecen los Smart Contracts es la autoejecutabilidad, mediante la cual, se disminuye de manera considerable el riesgo de incumplimiento del contrato, ello no es garantía de que no pudieran llegar a existir

¹⁴⁴ *Idem.*

determinados malentendidos o inconvenientes entre las partes como, por ejemplo, que se cuestione la validez del mismo, la capacidad de alguna de las partes, la existencia de un caso fortuito o fuerza mayor, etc.

Es por lo anterior, que uno de los puntos más relevantes, y en los que la doctrina en general coincide, es que es muy importante considerar incluir en el Smart Contract (dependiendo del modelo que se elija por las partes que intervienen en él), los supuestos que serían aplicable en caso de una eventual controversia, con la finalidad de que ambas partes tengan herramientas suficientes para poder realizar la reclamación respectiva o iniciar el proceso correspondiente. Esto, se va a lograr en la medida en que exista un acuerdo previo respecto a la jurisdicción y competencia que regulará el Smart Contract, sin embargo, este tema puede resultar sumamente complejo toda vez que las partes siempre van a buscar que el foro donde se ventile el asunto, sea el más favorable a sus intereses, dando paso a la figura de fórum shopping (cuando exista un punto de contacto con la jurisdicción elegida).

En consecuencia de lo anterior, es muy recomendable establecer los mecanismos de solución de controversias a los que se podrá acudir. El mecanismo de solución de controversias más recomendado para este tipo de contratos es el arbitraje, ya que posee ciertas características que lo hacen mucho más a fin con los Smart Contracts que un proceso litigioso. Por ejemplo, son confidenciales, son mucho más flexibles y son descentralizados pudiendo llevarse a cabo en cualquier parte del mundo, los árbitros pueden ser especialistas en la materia, entre otros beneficios.

Debe recordarse que, en el arbitraje tradicional existen dos tipos de arbitraje el institucional y el ad hoc; en el primero, el arbitraje se realiza de conformidad con las reglas establecidas previamente contenidas en los propios reglamentos de las instituciones, mientras que, en el segundo, son las propias partes las que determinan las reglas y el procedimiento a seguir para el arbitraje, como su nombre lo dice es un arbitraje a la medida o especialmente diseñado para ellas.

Cuando un arbitraje sea considerado para resolver temas de Smart Contracts, Ignacio Tasende lo llama “off Chain”, el arbitraje es realizado de la manera tradicional, pero el laudo arbitral podría registrarse o subirse a la Blockchain del contrato para que también fuera ejecutada de manera automática, e inclusive, autores como Nava y Morales, dan otra opción en donde “(...)lo más conveniente será que tanto el juez competente como el mediador sean autorizados por las partes para intervenir digitalmente en la ejecución del contrato inteligente, en calidad de oráculos, a fin de darle certeza jurídica al proceso y garantizar derechos fundamentales.”¹⁴⁵

Ante este escenario, algunas plataformas han comenzado a incluir el arbitraje como alternativa para quienes eligen los Smart Contracts, por ejemplo, Ethereum, que ya sugiere este tipo de cláusulas de arbitraje.

Por otro lado, existe también el arbitraje que Ignacio Tasende llama “on chain”, que consiste en que la misma Blockchain contempla el mecanismo de arbitraje por completo, esto significa que se incluyen acciones como pausas automáticas de la transacción, y administración de recursos¹⁴⁶, y ya sea que un algoritmo basado en antecedentes de casos similares pudiera resolver la controversia o, que el algoritmo elija a los árbitros, o bien usuarios de la misma plataforma en donde se desarrolló el Smart Contract sean partícipes de la resolución de la disputa.

Este tipo de arbitraje también ya está siendo explorado e incorporado por algunas plataformas, tales como Kleros, en donde se incluye un mecanismo para que las partes puedan tener la opción de iniciar una disputa que se resuelve dentro del mismo Smart Contract, a través de un botón específico (send to arbitration), en donde árbitros especializados en la materia serán partícipes y se espera que realicen una resolución lo más honesta y justa posible, ya que reciben un pago por ello, y tal como si se tratara de un videojuego reciben buena puntuación, o penalizaciones si su voto no fue acorde al de los demás, etc.

¹⁴⁵ Nava González, Wendolyne, y Morales Rocha, Victor Manuel, *op. cit.*, p.198.

¹⁴⁶ Tasende, Ignacio, *op. cit.*, sin página.

Existe otra plataforma Codelight, en donde a diferencia de Kleros, se utilizan “Blockchain Arbitration Rules, que están basadas en el Reglamento de Arbitraje de la Comisión de Naciones Unidas para el Derecho Mercantil Internacional”¹⁴⁷ (CNUDMI). La propuesta principalmente es implementar una especie de programa que acompaña o se conecta con el Smart Contract en donde básicamente las partes, antes de que inicie a ejecutarse el contrato, tiene un periodo de gracia para revisar que no existe ningún error, y en caso de detectar alguno, pueden iniciar el proceso de arbitraje, que se lleva básicamente de forma electrónica pero como cualquier arbitraje tradicional; a la conclusión de este, el árbitro tiene 3 opciones a elegir: ejecutar el Smart Contract, terminarlo o modificarlo, es en este paso en donde la decisión se incluye en la cadena de bloques para su ejecución. Cabe mencionar que para que este mecanismo pueda funcionar, la plataforma solicita a las partes que ejecutarán el Smart Contract su contrato en versión escrita.

Ambas opciones tendrían validez jurídica de conformidad con la Ley Modelo de la CNUDMI, ya que en el caso de Kleros, el botón para iniciar el arbitraje sería la manifestación expresa de la voluntad; para el caso de Codelight el documento escrito también contienen una manifestación expresa de la voluntad de someterse al arbitraje.

4.1.6 Requerimientos adicionales.

Uno de los temas primordiales a tener en consideración para celebrar un *Smart Contract* es la previsión de requerimientos posteriores adicionales a la ejecución del contrato en sí, para que se surtan los respectivos efectos legales, es decir, no en todos los casos, necesariamente una vez ejecutado el contrato inteligente concluye el proceso para que las obligaciones surtan los debidos efectos jurídicos entre ellas o ante terceros.

Para efectos de ejemplificar lo anterior, Ignacio Tasende da un posible caso al respecto en una operación prevista en el *Smart Contract* que refiere a la

¹⁴⁷ Yépez Idrovo, María Victoria et al., *op.cit.* p.18.

compraventa de un bien inmueble, en donde para efectos del *Blockchain* se realiza a través de tokens, en donde el token del vendedor, representa el bien a ser transferido, y el token del comprador, representa el monto a ser cubierto por parte del comprador. Al realizarse la ejecución automática del *Smart Contract*, dentro de la *Blockchain* el titular o dueño del token que representa el bien inmueble ya es del comprador; sin embargo, como refiere Tasende, en la mayoría de legislaciones no solamente bastará con ostentar tal operación para hacerla oponible a terceros o para que tenga reconocimiento del Estado, sino que será necesario efectuar actos adicionales, o darles una forma expresa, en el caso de México, es indispensable una inscripción en el Registro Público de la Propiedad; de no contar con estas características, en un eventual litigio será a criterio del juzgador efectuar la interpretación de lo señalado en la *Blockchain* conforme a las disposiciones legales aplicables vigentes.¹⁴⁸

Para efectos de prevenir y prever lo anterior, es muy importante que las partes incluyan en el diseño del Smart Contract los detalles del negocio que quieren realizar, e inclusive, atender en función de ello a alguno de los modelos referidos con anterioridad, esto reforzará el contenido del Smart Contract y la voluntad de las partes.

4.2 Perspectiva específica

4.2.1 Plataformas

Para poder realizar un Smart Contract, se necesitan “dos tipos de plataformas: una denominada smart contract platform (SCP), la cual es la infraestructura que permite crearlos y operarlos sobre una blockchain; y otra llamada smart contract management system (SCMS), la cual es la interfaz gráfica amigable que permite a cualquier persona el uso y manejo de estos contratos”.¹⁴⁹ En ese sentido, uno de los principales beneficios para las partes, es que tienen la opción de elegir en qué plataforma quieren ejecutar su Smart Contract, dependiendo de sus necesidades e

¹⁴⁸ Tasende, Ignacio, *op. cit.*, sin página.

¹⁴⁹ Nava González, Wendolyne, y Morales Rocha, Victor Manuel, *op. cit.*, p. 190.

inclusive presupuesto. Hoy en día, existen varias opciones que pueden ayudar con el desarrollo y ejecución de un Smart Contract y, además ofrecen a las partes distintas funcionalidades¹⁵⁰:

- Ethereum: esta plataforma permite crear las reglas del Smart Contract a través de lenguaje de programación denominado Solidity. Su Blockchain es pública pero existen opciones para poder hacerla privada.
- Hyperledger: se trata de una plataforma de código abierto que permite desarrollar frameworks, herramientas y librerías, que se utilizan en blockchain principalmente en el mundo empresarial.¹⁵¹
- Counterparty: esta plataforma es de código abierto, y permite crear y ejecutar *Smart Contracts* utilizando nodos que se pueden comunicar entre sí, utilizando para ello la cadena de bloques de Bitcoin, lo que de acuerdo a su página, tiene como innovación funciones avanzadas que no son posibles de realizar normalmente con Bitcoin.¹⁵²
- Polkadot: esta plataforma ofrece poder tener interoperabilidad en las cadenas de bloques de su red, es decir, pueden realizarse transferencias de datos, activos y tokens entre las cadenas de bloques, es decir las cadenas son independientes pero pueden interactuar entre ellas. También ofrece ahorro de energía a comparación de otras *blockchain*.¹⁵³
- OpenLaw: esta plataforma está más pensada para abogados, ya que permite crear y almacenar *Smart Contracts*, puede integrarse con aplicaciones conocidas de Microsoft Office, y trabaja con la blockchain de Ethereum.¹⁵⁴
- Ganache: este sistema permite desarrollar y ejecutar Smart contracts en la *blockchain* de Ethereum; puede crear una *blockchain* privada.¹⁵⁵

¹⁵⁰ *Ibidem*. p. 191.

¹⁵¹ Ver página: <https://es.hyperledger.org/>

¹⁵² Ver página: <https://counterparty.io/>

¹⁵³ Ver página: <https://polkadot.network/>

¹⁵⁴ Ver página: <https://www.openlaw.io/>

¹⁵⁵ Ver página: <https://trufflesuite.com/ganache/>

Como puede observarse, existe una gran variedad de herramientas para poder celebrar un Smart Contract, por lo que las partes pueden encontrar en el mercado una opción que se adapte por completo a sus necesidades. Sin embargo, pese a que las herramientas tecnológicas siguen en constante evolución y algunas ya contemplan o prometen una facilidad de uso y adaptación, se recomienda contar con el apoyo de un programador que pueda asesorar correctamente a las Partes para la escritura que debe colocarse en la *Blockchain*.

En adición a este punto, no debe olvidarse la selección de oráculos, ya que como se revisó en el capítulo 1, es una cuestión crucial para la celebración del Smart Contract. Existen herramientas sobre el Blockchain en Ethereum “como Chainlink y API3 se dedican especialmente a construir oráculos confiables y descentralizados, capaces de resistir a distintos tipos de ataques”¹⁵⁶ La diferencia con este tipo de herramientas es que se trata de agentes descentralizados que bajo un esquema de recompensa económica proporcionan información veraz

4.2.2 Cumplimiento

Los Smart Contracts son una propuesta innovadora que comulga con el estilo de vida actual de muchas personas, ya que su velocidad de ejecución y cumplimiento son prácticamente inmediatos al completarse lo señalado en el oráculo sin necesidad de intervención adicional ni proveniente de las partes que celebran el contrato ni de terceros.

Por lo anterior, uno de los beneficios más atractivos para quienes decidan celebrar un Smart Contract a la luz de la legislación mexicana, es sin duda que el cumplimiento de este, no estará a merced de una sola de las partes, sino que atenderá al oráculo elegido para ejecutarse de manera automática. En ese sentido, es recomendable que el oráculo que se elija, en la medida de lo posible, sea referente a información pública y que sea de fácil acceso, esto con la finalidad de reducir lo más posible la intervención humana, la interpretación, o cualquier otro

¹⁵⁶ Ast Federico, *op. cit.* sin página.

factor que pudiera contaminarlo. Lo anterior, reducirá en gran medida la necesidad de alguna de las partes de demandar el cumplimiento del contrato a la otra parte, o de acudir a un proceso arbitral, por lo que los gastos relacionados con el litigio y costas judiciales, o de arbitraje y costos indirectos relacionados, además del tiempo invertido en la resolución de un conflicto se ven prácticamente reducidos sino es que eliminados por completo.

Los Smart Contracts pueden llegar a representar la forma favorita de contratación de los consumidores de algún servicio, ya que descartan por completo la ejecución a modo o sujeta a interpretación de los prestadores de servicios, que al menos en México es sumamente recurrente. Y, por el otro lado, obligaría a los prestadores de servicio a brindar efectivamente lo que se pacta u ofrece, dando con ello mayor confianza a los consumidores como clientes finales, ya que el proceso sería transparente en todo momento.

4.2.3 No intermediarios

Para muchas personas, celebrar un contrato es un proceso tedioso, complicado, lento y caro; o por el contrario se tiene la creencia colectiva de que se trata de un proceso extremadamente sencillo y que con un “machote” (que dicho sea de paso creen es igual para todas las operaciones) es más que suficiente para poder celebrar cualquier tipo de operación; y para algunos otros documentar sus operaciones o transacciones mediante un contrato o convenio es algo innecesario, o bien que nunca va a hacer falta, y nada más errado de la realidad.

Estas perspectivas, pueden verse superadas mediante la celebración de los Smart Contracts, ya que una de las promesas de las plataformas que están incursionando en su generación y administración, es hacer estos procesos más sencillos y sin tantos intermediarios (a menos que la ley lo exija, como por ejemplo el caso de un notario o corredor público). Lo anterior se debe en gran medida a la utilización de blockchain en los procesos. Debe recordarse que la necesidad de un fedatario público recae principalmente en otorgar al acto celebrado fecha cierta y

atribuibilidad, pero entonces ¿blockchain suple a los fedatarios públicos? Conforme a la legislación mexicana, esta posibilidad no es como tal un hecho hoy en día, sin embargo, también cierto que pudiera retarse este paradigma, ya que al utilizar blockchain, los procesos son más transparentes, y cumplen con dar fecha cierta y atribuibilidad, por lo que pudieran hacer innecesaria la presencia de un fedatario, la ratificación de firmas ante notario, e inclusive la elevación a escritura pública del contrato.

Además de los fedatarios públicos, ¿los Smart Contracts y blockchain suplen a algún otro intermediario? Después de lo analizado en el presente, puede confirmarse que sí, ya que no solo para contratar sino también para ejecutar los acuerdos de voluntades, no sería indispensable la contratación de entidades financieras; e inclusive se cuestiona la presencia de abogados, ya que las plataformas ofrecen paquetes integrados para el funcionamiento de determinados Smart Contracts que contemplan todas estas funciones.

Lo anterior refleja no solo la simplificación de procesos, y la reducción de intermediarios, sino también que, en la medida en que se disminuye el número de intermediarios, puede verse afectado a la baja el costo que representa para las partes la celebración de un contrato, por lo que un Smart Contract pudiera ser una buena opción para beneficiar los bolsillos de los contratantes, representando con ello este medio de contratación un beneficio adicional que los contratos tradicionales en papel no tienen.

The background of the page is a light gray color with a pattern of vertical lines. Interspersed among these lines are decorative spiral motifs, which are small, stylized swirls that resemble the corners of a square or a step in a staircase. These motifs are arranged in a grid-like pattern, with some appearing at the top and bottom of the page and others in the middle. The overall effect is a clean, modern, and slightly abstract design.

Conclusiones

Conclusiones

Naturaleza jurídica: Como se pudo constatar a lo largo de este trabajo, el acuerdo de voluntades entre las personas ha evolucionado a lo largo de los años y en materia contractual se ha incorporado la tecnología, dando nacimiento a nuevas figuras que no son ajenas al Derecho: los Smart Contracts.

Hasta hoy, no existe un consenso universal entre los estudiosos de los Smart Contracts respecto de su concepto, alcance, naturaleza jurídica, aplicación, y mucho menos respecto a la jurisdicción en la que recaen, entre otros. Por ejemplo, para muchos escritores la definición de Smart Contract sería el género y Smart Legal Contract sería la especie, ya que este último englobaría la parte vinculante propia de un contrato, mientras el primero únicamente sería el código informático.

Relevancia: Cabe decir que la relevancia de los Smart Contracts, es debido a que incorporan la autoejecutabilidad del contrato, garantizando con ello el cumplimiento de lo que se acuerda y es aplicable a ambas partes involucradas no solamente a una de ellas, fomentar la confianza sin intermediarios, por ello esta característica es su principal atractivo diferenciándolo de cualquier otro tipo de contrato o figura regulada por el Derecho.

Aplicación y beneficios: Para muchos, el ámbito de aplicación de los *Smart Contracts*, se limita solamente a aquellos acuerdos que pueden ser traducidos a condiciones lógicas, es decir a programación informática, sin embargo, algunos otros consideran que los *Smart Contracts* son una tecnología que sigue en constante evolución y que, eventualmente, tendrán aplicaciones inimaginables en los años venideros, principalmente en el sector público y en el sector financiero. Esto, como pudo apreciarse en el análisis realizado, resolvería problemas de corrupción en México y abonar a la transparencia.

Cabe decir que la relevancia de los Smart Contracts, es debido a que incorporan la autoejecutabilidad del contrato, garantizando con ello el cumplimiento

de lo que se acuerda y es aplicable a ambas partes involucradas no solamente a una de ellas, fomentar la confianza sin intermediarios, por ello esta característica es su principal atractivo diferenciándolo de cualquier otro tipo de contrato o figura regulada por el Derecho.

Se hizo un recorrido de los beneficios e implicaciones que la celebración de Smart Contracts acarrea, que inclusive aplicados a la realidad mexicana, se observa que el mismo gobierno federal ha sido pionero en la implementación de estas herramientas como modelo piloto, justamente por beneficios como eficiencia, objetividad, transparencia anonimato y favorecimiento de la democracia. Esto, lleva a concluir que el Estado Mexicano está dando una señal o mensaje clave a la población respecto a que la tecnología es de gran utilidad en este tipo de operaciones, que se trata de algo serio y que es confiable.

Por otro lado, es importante mencionar que su aplicación en el comercio electrónico podría reducir algunas de las conductas más recurrentes que generan aún desconfianza en los compradores, tales como no entrega de producto, no reembolso de dinero, cancelaciones de productos, cobros indebidos, entre otros.

Protección de datos personales: Si se busca que los *Smart Contracts* tengan reconocimiento y una adopción a gran escala, es primordial iniciar a sentar las bases para que su diseño, sea compatible con la protección de datos personales, que es un derecho fundamental de las personas, si bien el uso mismo de esta tecnología no representa un incumplimiento al GDPR, ni a la LFPDPPP ni a la LGPDPPSO, la forma de estructuración y configuración de la cadena de bloques y algunos usos podrían no cumplir con la regulación existente al respecto. La legislación existente resulta insuficiente para que los usuarios puedan tener certeza sobre la protección de sus datos personales en los *Smart Contracts*.

Legislación: Tampoco existe consenso universal respecto a la necesidad o no de la creación y/o adecuación de las legislaciones internas de cada Estado, por un lado, como se pudo observar, existen países que han optado por la creación de regulación específica sobre Smart Contracts y Blockchain, y algunos otros

simplemente han interpretado su normativa existente y la han trasladado a los nuevos casos y retos derivados de estas dos tecnologías, sin embargo, lo que es un hecho, es que desde su nacimiento no se buscó realmente que este tipo de contratos estuvieran bajo un esquema jurídico ya existente, ni a nivel internacional ni local.

Cabe aclarar que, por su propia naturaleza y características, no podría regularse la tecnología blockchain propiamente, sino el uso y la forma en que se utiliza, ya que por los mismos beneficios que representa, podría ser llegada a utilizar para fines ilícitos como el famoso caso Silk Road en donde se realizaban transacciones en la Deep web respecto a armas, documentos falsos, sustancias prohibidas, etc.

México no cuenta con una regulación específica sobre Smart Contracts ni sobre Blockchain, pero el uso de nuevas herramientas en la contratación no significa que lo realizado en ellas esté cien por ciento aislado de la aplicabilidad del derecho, ni que no tenga consecuencias jurídicas y por tanto no sean medios generadores de derechos y obligaciones, sino todo lo contrario; del análisis realizado se desprende que los Smart Contracts sí son contratos, ya que cuentan con los elementos de existencia y de validez establecidos en la legislación, y además cumplen con principios reconocidos como *pacta sunt servanda*, libre contratación o el principio de equivalencia funcional adoptado en el Código de Comercio.

Se han referido las ventajas, beneficios y áreas de oportunidad de este tipo de contratos, así como la regulación que les sería aplicable, con la finalidad de que los usuarios tengan pleno convencimiento de que hoy en día en México es posible celebrar su acuerdo de voluntades mediante el uso de la tecnología Blockchain, dando vida a un Smart Contract que tendrá efectos jurídicos de conformidad con la legislación existente.

Crítica: Después del análisis esbozado en el presente documento, pareciera que una de las principales críticas que podrían realizarse a los Smart Contracts es que, para muchos, su utilización pudiera no parecer un camino tan fácil como se dice, ni

tampoco tan accesible como lo es una computadora y una hoja de papel, y en cierta medida esta crítica es aceptable, ya que una de las desventajas o implicaciones más preocupantes, al menos en el contexto mexicano es la brecha digital y de conocimiento, y es que ni la existencia ni el uso de estas herramientas es familiar para la gran mayoría de la población.

Además, el lenguaje utilizado en el contexto de *Blockchain* y *Smart Contracts* parece haber dejado la terminología legal para introducirse en una tecnológica, que sigue siendo incomprendida para muchos, por lo que en opinión de quien escribe, tampoco sumó para resolver o resolvió este problema.

Respecto al tema de la confianza, al igual que hoy en día para muchos genera desconfianza firmar un documento por temor a que se falsifique la firma, se cambien las hojas, se cambien los textos, se pierdan, se dañen, entre otros, el uso de herramientas novedosas implica desconfianza en la población, por lo que su utilización en masa o de forma habitual al menos, no parece que vaya a ser posible en un corto plazo. Al igual que pasó con otras tecnologías o herramientas, tal y como lo son las redes sociales, las apps bancarias, e inclusive las mismas computadoras considero que pasarán al menos unos años para que la población conozca estas nuevas herramientas, y las incorpore en su vida cotidiana.

Propuesta: Resulta evidente que no todos los aspectos e inconvenientes que pudieran derivarse del uso de los *Smart Contracts* han sido solventados, y mucho menos se tiene la certeza de que han surgido ya todas las interrogantes posibles, por lo que será necesario enfrentar nuevos retos en un futuro no muy lejano, que podrá insertar nuevos conceptos, la ampliación de los criterios ya aplicados a un concepto en varios de ellos e inclusive en teorías completas, como la que enmarca el Código Civil, e inclusive cambios de paradigma.

Se dice de forma coloquial en las facultades de Derecho en México, el Derecho va un paso detrás de la realidad, por lo que, si bien en México, como punto de partida, no es imperiosa la emisión de una ley específica en la materia, en la medida en que esta tecnología va evolucionando, es menester que los abogados y

doctrinarios apliquen las disposiciones normativas a esta realidad y, por qué no, iniciar la discusión respecto a la necesidad o no de una legislación especializada en la materia como lo ha sido la Ley Fintech en recientes años, que responde a una nueva necesidad de la sociedad. Por ello, será importante que el Derecho provea, tanto a los creadores de este tipo de tecnologías, las empresas que los fomentan y por supuesto, principalmente a los usuarios, de los instrumentos y herramientas jurídicas suficientes para poder garantizarles a todos ellos sus derechos. En ese sentido, si bien al día de hoy la legislación mexicana tiene un espectro o rango que permite accionar la autonomía de la voluntad de todos los *stakeholders* que participan en materia contractual, eventualmente será necesario que el Derecho se vaya adaptando y por tanto adecuando a los avances tecnológicos de las comunicaciones, en materia económica, artística, y todos aquellos que se traduzcan a la generación de derechos y obligaciones.

En seguimiento del punto anterior, su implementación podría realizarse en dos fases; la primera de ellas basada en la autorregulación. Esta autorregulación podría estar basada o recopilar en un solo lineamiento los principios ya previstos en diversas leyes, en buenas prácticas de comercio utilizadas y reconocidas a nivel internacional, así como con las sugerencias que se abordaron en este trabajo, en donde se incluya también los pasos para su correcta implementación y, en su caso, los mecanismos para resolución de controversias más adecuado. En una segunda fase, el Estado podría fomentar autorregulación de diversas empresas o prestadores de servicios que coadyuban a la generación de los *Smart Contracts*.

Posteriormente, el legislador mexicano podría considerar la emisión de una regulación específica para los Smart Contracts, no con la intención de limitarlos, sino con la finalidad de que, en vez de crear obstáculos, se formen caminos y se promueva su uso, a través de: i) la generación de entorno jurídico seguro; ii) la inclusión de una especie de normas genéricas cuya finalidad es que el marco jurídico esté preparado y tenga la capacidad de adaptarse a los cambios tan rápidos que presenta la tecnología

En ese tenor, como se estudió en el presente, en algunos estados de los Estados Unidos de América, ya existe legislación que permite expresamente usar blockchain y le da validez jurídica, de igual manera países como Ecuador cuentan ya con normas que lo regulan, por lo que cabe sugerir que, si bien una primera referencia podrían ser tales legislaciones, no deberían ser replicadas de manera idéntica en México, como se ha hecho con otras normas, sino que se deben tomar en consideración las críticas que varios autores han hecho (algunos fueron abordados en el presente trabajo) y subsanar los errores que presenta, en donde sería necesaria la formación de un equipo multidisciplinario, principalmente conformado por programadores, abogados, economistas, contadores e inclusive especialistas en ética que participen no solo en la revisión de la legislación actual sino en su actualización y armonización conforme a las nuevas necesidades de la sociedad y las prácticas a nivel internacional, ya que este tópico abarca o se interrelaciona con varias materias, no solo del derecho sino de otras disciplinas.

Será fundamental que este tipo de conocimientos y materias tecnológicas, especialmente por lo que concierne a *Blockchain* y *Smart Contracts*, se inserten en los planes de estudio de las universidades mexicanas, con la finalidad de que los futuros abogados tengan una educación integral que responda a las necesidades actuales.

Para el caso de México, en la medida en que el gobierno proporcione mayores y mejores directrices que fomenten la confianza de los usuarios en estas herramientas, serán más utilizadas; en el entendido que directrices o recomendaciones no refieren a la emisión de una regulación expresa a la tecnología propiamente, sino a los usos que pudiera dársele a tal tecnología; para estos efectos puede tomarse como referencia la experiencia de gobiernos que han dado ese primer paso, como algunos estados de Estados Unidos de América, y Ecuador, en donde las principales críticas que se han hecho es respecto a la carencia de consistencia y coherencia con el demás sistema normativo vigente o que es sumamente técnica, o imprecisa. Sin duda no es una tarea sencilla, pero considero

México cuenta con excelentes profesionistas de diversas áreas de estudio que pudieran aportar en tal labor.

En mi opinión, Blockchain y su aplicación en los Smart Contracts seguirán siendo tópicos recurrentes en el corto, mediano y largo plazo, su estudio no está concluido, ya que como pudo constatarse a lo largo de este documento, no existe hasta este momento un consenso universal respecto a su naturaleza jurídica, efectos, consideraciones normativas, entre otros, ni tampoco respecto a sus aplicaciones, ya que al día de hoy son quizás inimaginables. Lo que es un hecho, es que estas herramientas siendo bien utilizadas pueden traer grandes beneficios a la sociedad, al Estado y a las personas en lo individual, sobre todo en países como el nuestro, en donde es extremadamente necesaria la transparencia, el cumplimiento de las obligaciones sin discrecionalidad, la inversión económica, entre otros aspectos.

Bibliografía

ARELLANO TOLEDO, Wilma, et al, "Derechos de privacidad e información en la sociedad de la información y en el entorno TIC.", Rev. IUS, Puebla, 2013, vol. 7, núm. 31, pp. 183-206, http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-21472013000100010&lng=es&nrm=iso, fecha de consulta el 22 de marzo de 2022.

ASAMBLEA NACIONAL REPUBLICA DEL ECUADOR, Código de Comercio, 29 de mayo de 2019, https://www.supercias.gob.ec/bd_supercias/descargas/lotaip/a2/2019/JUNIO/C%C3%B3digo_de_Comercio.pdf fecha de consulta 26 de julio de 2022.

AST Federico, "Oráculos: Conectando los Smart Contracts con el Mundo", Astec, 2020, <https://medium.com/astec/or%C3%A1culos-conectando-los-smart-contracts-con-el-mundo-9bcfda4ebffb> fecha de consulta 26 de enero de 2023.

BACA VILLARREAL, Ma. Del Carmen, "Requisitos del Objeto en el Acto jurídico y las Consecuencias de su inobservancia", *Revista de la Facultad de Derecho de México, México*, 1991, T. XLI, núm. 175-176-177, enero-junio, <http://historico.juridicas.unam.mx/publica/librev/rev/facdermx/cont/175/dtr/dtr1.pdf> fecha de consulta 19 de septiembre de 2021.

BANCO DE MÉXICO, "Regulación sobre la operación con activos virtuales por parte de las Instituciones de Tecnología Financiera e Instituciones de Crédito", Acciones regulatorias por parte del Banco de México, <https://www.banxico.org.mx/sistemas-de-pago/6--acciones-regulatorias-po.html> fecha de consulta 24 de julio de 2022.

BINANCE ACADEMY, Proof of Authority Explained, 2018, <https://academy.binance.com/en/articles/proof-of-authority-explained> consultado el 24 de enero de 2023.

CALDERÓN MARTÍNEZ, Gladys, “Seguridad de la Firma electrónica”, *Praxis de la Justicia Fiscal y Administrativa*, México, Año 2009. núm. 1, <https://www.tfja.gob.mx/investigaciones/historico/pdf/rev1.pdf> fecha de consulta 9 de octubre de 2021

CASTRILLÓN Y LUNA, Víctor Manuel, *Nuevo Diccionario Jurídico Mexicano*, Instituto de Investigaciones Jurídicas, UNAM, 2000 <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/3/1171/9.pdf> fecha de consulta 2 de noviembre de 2021

CHAMPAGNE, Phil, *El Libro de Satoshi*, España, Blockchain España, 2014, p. 24, <http://www.libroblockchain.com/satoshi/> fecha de consulta 2 de diciembre de 2021.

CINCO DÍAS, “¿El blockchain puede mejorar la participación política?”, *El Economista*, 08 de diciembre de 2017, consultado en <https://www.economista.com.mx/tecnologia/El-blockchain-puede-mejorar-la-participacion-politica-20171208-0041.html> fecha de consulta 8 de octubre de 2021.

CÓDIGO CIVIL FEDERAL, 1928, última reforma publicada DOF 11-01-2021, http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/2_110121.pdf fecha de consulta 9 de octubre de 2021.

CÓDIGO DE COMERCIO, 1889, Código de Comercio, 1889, Última reforma publicada DOF 28-03-2018, http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf_mov/Codigo_de_Comercio.pdf fecha de consulta 8 de octubre de 2021.

COMISIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DERECHO MERCANTIL INTERNACIONAL, Convención de las Naciones Unidas sobre la Utilización de las Comunicaciones Electrónicas en los Contratos Internacionales (Nueva York, 2005),

https://uncitral.un.org/es/texts/ecommerce/conventions/electronic_communications
fecha de consulta 5 de marzo de 2022.

COMISIÓN NACIONAL DE LOS DERECHOS HUMANOS, Derecho al Acceso y uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, México, Instituto Nacional de Estudios Históricos de las Revoluciones de México, 2015, p. 11, consultado en http://appweb.cndh.org.mx/biblioteca/archivos/pdfs/foll_DerAccesoUsoTIC.pdf el 10 de septiembre de 2022.

CONEXIÓN ESAN, “Blockchain pública vs privada: ¿cuál es la diferencia?”, Graduate School of Business, Perú, 2019, <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/blockchain-publica-vs-privada-cual-es-la-diferencia-1> consultado el 21 de mayo de 2022.

CONTRERAS LÓPEZ, Raquel Sandra, “Breve Reseña de la Teoría del Acto Jurídico y el Impacto de la Teoría de la inexistencia y nulidades según Bonnacase”, *Revista de Investigación Jurídica - Técnico Profesional*, México, Año VII, núm. 19, junio a diciembre 2015 pp. 12-13, <https://www.tfja.gob.mx/investigaciones/historico/pdf/breverese%C3%B1adelateoriadelactojuridico.pdf> fecha de consulta 19 de septiembre de 2021.

CORREDOR, Daniela, “Los Smart Contracts, la red blockchain y el derecho de retracto”, *Competencia Económica y Consumo*, Colombia, 5 de febrero de 2019, <https://propintel.uexternado.edu.co/los-smart-contracts-la-red-blockchain-y-el-derecho-de-retracto/> fecha de consulta 19 de septiembre de 2021.

DÍAZ LIMÓN, Jaime Armando, “El Valor Jurídico de un Clic”, *Abogado Digital. Estudios sobre Derecho Cibernético, Informático y Digital*, Universidad Ius Semper, 2019, https://app.vlex.com/#search/jurisdiction:MX+inPlanOnly:1+fulltext_in_plan:1+content_type:4+date:2012-08-01../contrato+electr%C3%B3nico/WW/vid/774634569 fecha de consulta 12 de noviembre de 2021.

ENVIRONMENTAL PAPER NETWORK, “The State Of The Global Paper Industry”, Martin Joshua y Haggith Mandy (coords.), *Shifting seas: New Challenges and Opportunities for Forest, People and the Climate*, 2018, p. 9, https://environmentalpaper.org/wp-content/uploads/2018/04/StateOfTheGlobalPaperIndustry2018_FullReport-Final-1.pdf fecha de consulta 28 de marzo de 2022.

FERNÁNDEZ ESPINOSA, Luz, “Qué son los 'smart contracts' o contratos inteligentes”, *BBVA*, 2019, <https://www.bbva.com/es/smart-contracts-los-contratos-basados-blockchain-no-necesitan-abogados/> fecha de consulta 8 de octubre de 2021.

FETSYAK, Ihor, “Contratos inteligentes: análisis jurídico desde el marco legal español”, *Revista Electrónica de Derecho de la Universidad de La Rioja (REDUR)*, n. 18, p. 197-236, dic. 2020, consultado en <https://publicaciones.unirioja.es/ojs/index.php/redur/article/view/4898/3820> el 23 de junio 2022.

FONCUBERTA, Marina, “Compatibilidad de Smart Contracts y GDPR”, *ATH 21*, España, 2021, Parte I, <https://ath21.com/smart-contracts-y-gdpr-i/> consultado el 21 de mayo de 2022.

FONCUBERTA, Marina, “Compatibilidad de Smart Contracts y GDPR”, *ATH 21*, España, 2021, Parte II, <https://ath21.com/smart-contracts-y-gdpr-parte-ii/> consultado el 21 de mayo de 2022.

GARCÍA BARRAGÁN, Manuel, “Contratación Electrónica”, en Domínguez Martínez, Jorge Alfredo, *et al.* (comp.), *Conmemoración de los 80 años de vigencia del Código Civil*, México, UNAM, Colegio de Profesores de Derecho Civil, 2012, pp. 71-87, <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/8/3833/6.pdf> fecha de consulta 19 de septiembre de 2021.

GARCÍA CASTILLO, Tonatiuh, “Reflexiones en torno a la Teoría General del Contrato”, *Revista de Derecho Privado*, Nueva Época, Año VII, Núm. 21-22, septiembre 2008 abril de 2009, <https://revistas-colaboracion.juridicas.unam.mx/index.php/derecho-privado-ns/article/view/7236/6515> fecha de consulta 19 de septiembre de 2021.

GITBOOK, Proof of Location, 2019, <https://tokens-economy.gitbook.io/consensus/chain-based-proof-of-capacity-space/dynamic-proof-of-location> fecha de consulta 25 de enero de 2023.

GÜIZA PINZON, Esteffany, “Aplicabilidad de los smart contracts en el ordenamiento jurídico colombiano y la protección al consumidor financiero”, Facultad de Derecho, Universidad de los Andes, Bogotá, 2021, consultado en <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/53444/24407.pdf?sequence=1> el 20 de junio de 2022.

HERNÁNDEZ, Eva María, Contenido y Forma de los Smart Contracts, 1 de junio de 2020, consultado en <https://radio4gbenidorm.com/es/blog/ver/opinion/contenido-y-forma-de-los-smart-contracts-eva-maria-hernandez> el 28 de marzo de 2022.

IANSITI, Marco y Lakhani, Karim R., “The Truth about Blockchain”, *Harvard Business Review*, Estados Unidos de América, 2017, Enero-Febrero, pp. 1-11.

IBERDROLA, “Smart contracts!: contratos inteligentes para formalizar acuerdos en la era digital”, Smart Contracts, consultado en <https://www.iberdrola.com/innovacion/smart-contracts> fecha de consulta 8 de agosto de 2021.

INEGI, Comercio Electrónico, consultado en <https://www.inegi.org.mx/temas/vabcoel/> el 22 de enero de 2023.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES JURÍDICAS, *Diccionario Jurídico Mexicano*, México, Porrúa-UNAM, 1984, <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/3/1169/10.pdf> fecha de consulta 9 de octubre de 2021.

KÖPCKE TINTURE, Moris, “Validez”, en Zamora Fabra, Jorge Luis, y Rodríguez Blanco, Verónica (eds.), *Enciclopedia de Filosofía y Teoría del Derecho*, México, 2015, serie Doctrina Jurídica, Núm. 713, vol. dos, <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/8/3796/5.pdf> fecha de consulta 29 de octubre de 2021.

LACAYO Jorge y Estrada Ángel, “Comercio electrónico pospandemia: el mejor momento para entrar al sector de última milla en México”, EY Parthenon, 2022, consultado en <https://go.ey.com/3LDqy5e> el 22 de enero de 2023.

LAWTECH UK - DELIVERY PANEL, “Consultation on the status of cryptoassets, distributed ledger technology and smart contracts under English private law”, UK Jurisdiction Taskforce of the Legaltech Delivery Panel, 2019, <https://www.lawsociety.org.uk/campaigns/lawtech/news/cryptoassets-dlt-and-smart-contracts-ukjt-consultation/> fecha de consulta el 24 de julio de 2022.

LEGERÉN-MOLINA, Antonio, “Los contratos inteligentes en España, La disciplina de los smart contracts”, *Revista de Derecho Civil*, Universidad A Coruña, España, abril-junio 2018, vol. V, núm. 2, pp. 193-241, consultado en <https://www.nreg.es/ojs/index.php/RDC/article/view/320/267> fecha de consulta 15 de febrero de 2022.

LEY DE FIRMA ELECTRÓNICA AVANZADA, 2012, consultada en https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFEA_200521.pdf fecha de consulta el 23 de julio de 2022.

LIEBKIND, Joe, “The benefits of smart contracts and its adoption in Asia”, *TechinAsia*, noviembre 2017, <https://www.techinasia.com/talk/benefits-smart-contracts-adoption-asia> fecha de consulta 25 de junio de 2022.

LLAMAS COVARRUBIAS, Jersain Zadamig, “Transparencia y Protección de Datos

Personales en la Cadena de Bloques (Blockchain)", *Estudios en Derecho a la Información*, México, Número 11, enero-junio de 2021, pp. 27-63, consultado en https://biblio.juridicas.unam.mx/files/criterios_editoriales.pdf fecha de consulta 10 de septiembre de 2022.

LÓPEZ VIVAR, Antonio *et. al.*, "Análisis de la Privacidad y de la Seguridad en Contratos Inteligentes", pp. 130-138, https://editorial.urosario.edu.co/pub/media/hipertexto/rosario/anexos/proyecto-cibsi/12_F36_ok.pdf consultado el 24 de julio de 2022.

NAVA GONZÁLEZ, Wendolyne y Morales Rocha, Victor Manuel, "Cumplimiento y ejecución de los acuerdos de transacción derivados de la mediación internacional a través de los contratos inteligentes", *Revista Chilena de Derecho y Tecnología, Chile*, 2021, vol. 10, núm. 1, pp. 179-200, <https://rchdt.uchile.cl/index.php/RCHDT/article/view/58247/67519> fecha de consulta 10 de octubre de 2021.

NORIEGA Nina N., "Contratos inteligentes, contratos electrónicos. Disrupción en el mundo jurídico argentino", *Revista de Derechos Reales y Registral*, Argentina, Número 11, octubre 2019, https://ar.lejister.com/articulos.php?Hash=64154e2cf2fdaafe6776c8c1b8e34dd4&hash_t=f89218ab27405b1f3c53aff8378e6dee fecha de consulta 19 de septiembre de 2021.

OVACEN, "Impacto medioambiental del papel; Consumo y problemas fabricación", consultado en <https://ovacen.com/impacto-medioambiental-papel/> el 28 de marzo de 2022.

PÉREZ GARCÍA Matías, "Los elementos del contrato en la *Common Law Americana*", *Revista de derecho Notarial Mexicano*, México, núm.118, pp. 127-158, consultado en <https://revistas-colaboracion.juridicas.unam.mx/index.php/derecho-notarial/article/viewFile/6906/6202#:~:text=Un%20contract%20es%20una%20promesa,cierto%20modo%20como%20un%20deber.%22>, fecha de consulta 22 de

enero de 2023.

Recurso: 998/2018, Tribunal Supremo, Sala de lo Penal, Madrid, junio 2019, p.6, consultado en <https://www.poderjudicial.es/search/contenidos.action?action=contentpdf&databas=ematch=TS&reference=8827884&statsQueryId=121581895&calledfrom=searchresults&links=bitcoin&optimize=20190705&publicinterface=true> el 7 de julio de 2022.

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, *Diccionario de la Lengua Española*, 23.^a ed., <https://dle.rae.es>, fecha de consulta 8 de octubre de 2021.

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, *Diccionario Prehispánico del Español Jurídico*, 2020, <https://dpej.rae.es/lema/validez>, fecha de consulta 11 de noviembre de 2021.

RIQUELME Rodrigo, “Gobierno federal realizará el primer caso real de licitación con blockchain en agosto”, *El Economista*, México, 2018, <https://www.economista.com.mx/tecnologia/Gobierno-federal-realizara-el-primero-caso-real-de-licitacion-con-blockchain-en-agosto-20180727-0035.html> el 5 de noviembre de 2022.

RODRÍGUEZ Héctor, “Bitcoin y huella de carbono”, *National Geographic*, España, 2022, https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/criptomonedas-huella-carbono-dinero-digital_16761 fecha de consulta 22 de mayo de 2022.

RODRÍGUEZ Nelson, ¿Qué son los Contratos Ricardianos? Guía completa, *101 Blockchains*, 2019, <https://101blockchains.com/es/contratos-ricardianos/> fecha de consulta 20 de septiembre de 2022.

RODRÍGUEZ Olmos, Javier M., “Contexto y construcción de la regla “interpretatio contra proferentem” en la tradición romanista”, *Revista de Derecho Privado*, Dialnet, Unirioja, España, 2008, No. 14, pp. 69-11, consultado en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3252318> el 22 de enero de 2023.

ROJINA VILLEGAS, Rafael, *Compendio de Derecho Civil, Teoría General de las Obligaciones*, 24 ed., Porrúa, México, 2002.

ROONGTA, Shristi, “Explained: Smart Contracts In India”, *Lexforti*, enero 2022, <https://lexforti.com/legal-news/explained-smart-contracts-in-india/> fecha de consulta 25 de junio de 2022.

SÁNCHEZ-CASTRO DÍAZ GUERRA, Consuelo, “Problemas que plantean la ejecución automática y su irreversibilidad en los Smart Contract”, Sánchez Garrido, España, 2021, <https://www.sanchezgarridoabogados.com/ejecucion-automatica-y-su-irreversibilidad-en-los-smart-contract> fecha de consulta 22 de mayo de 2022.

SECRETARÍA DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO, “Comunicado No. 039 Banco de México, SHCP y CNBV advierten sobre riesgos de utilizar activos virtuales”, México, 2021, <https://www.gob.mx/shcp/prensa/banco-de-mexico-shcp-y-cnbv-advierten-sobre-riesgos-de-utilizar-activos-virtuales-275819#:~:text=Las%20instituciones%20financieras%20del%20pa%C3%ADs,estos%20y%20el%20sistema%20financiero> fecha de consulta 24 de julio de 2022.

SENADO DE LA REPÚBLICA, Gaceta del Senado, Gaceta: LXI/2SPO-230/28987, jueves 17 de marzo De 2011, México, https://www.senado.gob.mx/64/gaceta_del_senado/documento/28987 fecha de consulta 22 de julio de 2022.

SIMENTAL FRANCO, Amaury Víctor, “Contratos. Consideraciones en torno a su definición”, *Revista de Derecho Privado*, México, Nueva Época, Año VII, núm. 21-22, septiembre 2008 abril de 2009, <https://revistas-colaboracion.juridicas.unam.mx/index.php/derecho-privado-ns/article/view/7236/6515> fecha de consulta 19 de septiembre de 2021.

STATE OF ARIZONA, HB 2417, House of Representatives, Fifty-third Legislature, 2017, consultada en <https://www.azleg.gov/legtext/53leg/1r/bills/hb2417p.pdf> fecha de consulta 20 de junio de 2022.

STATE OF WYOMING, “SF0038 - Decentralized autonomous organizations”, *Legislation* 2021, 67 th Legislature, 2021,

<https://www.wyoleg.gov/Legislation/2021/SF0038> fecha de consulta 25 de enero de 2023.

SUPREMA CORTE DE JUSTICIA DE LA NACIÓN, Amparo Directo en Revisión 6806/2018, Ponente: Ministra Norma Lucía Piña Hernández Secretario Auxiliar: César De La Rosa Zubrán,
https://www.scjn.gob.mx/sites/default/files/listas/documento_dos/2019-08/ADR-6806-2018-190829.pdf fecha de consulta 26 de marzo de 2022.

TAMARGO, Marcelino, “Conflicto entre la tecnología blockchain y la normativa de protección de datos.”, *Economist & Jurist*, 2020, <https://www.economistjurist.es/premium/derecho-inteligente/conflicto-entre-la-tecnologia-blockchain-y-la-normativa-de-proteccion-de-datos/> fecha de consulta 22 de marzo de 2022.

TASENDE, Ignacio, “Blockchain y arbitraje: un nuevo enfoque en la resolución de disputas. Especial énfasis en smartcontracts y criptodivisas.”, *Revista de Derecho* (Universidad Católica Dámaso A. Larrañaga, Facultad de Derecho), 2020, n.22 pp.138-159, http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2393-61932020000200138&lng=es&nrm=iso fecha de consulta 9 de noviembre 2021.

TÉLLEZ VALDÉS, Julio, “Contratos Informáticos”, *Contratos, Riesgos y seguros informáticos*. Universidad Nacional Autónoma de México, México, 1988, <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/2/909/4.pdf> fecha de consulta 10 de noviembre de 2021.

VANCI, Mariela, “Bitcoin ahora es propiedad protegida por la ley de China”, *Criptonoticias*, 2022, <https://www.criptonoticias.com/regulacion/bitcoin-ahora-propiedad-protegida-ley-china/> fecha de consulta 25 de junio de 2022.

VALENCIA RAMÍREZ, Juan Pablo. “Contratos inteligentes.” *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información*, 2019, v. 7, n. 14, pp. 1-10,

<https://www.riti.es/ojs2018/inicio/index.php/riti/article/view/180> fecha de consulta 10 de noviembre de 2021.

WALTEROS SALAZAR, Liz Dayanna, “Análisis dogmático de los contratos inteligentes en el panorama Actual del derecho privado colombiano”, Universidad Católica de Colombia,

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/25773/1/210412%20Articulo%20de%20Investigaci%C3%B3n%20Walteros%20Salazar%20Liz%20Dayanna.pdf>

fecha de consulta 3 de marzo de 2022.

Web Oficial de la Unión Europea, “*El Reglamento general de protección de datos (RGDP)*”, La protección de datos en la UE, https://ec.europa.eu/info/law/law-topic/data-protection/data-protection-eu_es fecha de consulta 23 de marzo de 2022.

YÉPEZ IDROVO, María Victoria et al., “Smart contracts y el arbitraje: hacia un modelo de justicia deslocalizado”, *USFQ Law Review*, Ecuador, septiembre de 2020, Vol. 7, n.º 1, pp. 01-28, https://biblio.juridicas.unam.mx/files/criterios_editoriales.pdf fecha de consulta 26 de julio de 2022.

YEUNG, Paul, “China castigará hasta con 10 años de prisión cualquier intercambio de criptomonedas”, *La Vanguardia*, Barcelona, 2022, <https://www.lavanguardia.com/tecnologia/actualidad/20220301/8089408/china-castigara-10-anos-prision-intercambio-criptomonedas-pmv.html> fecha de consulta 25 de junio de 2022.

ZORRAQUINO, Assumpta, et al., “Blockchain: aplicación de la tecnología e implicaciones en materia de protección de datos personales”, *Breves Regulación Digital*, 2019, <https://periscopiofiscalylegal.pwc.es/blockchain-aplicacion-de-la-tecnologia-en-proteccion-de-datos/>, consultado el 22 de marzo de 2022.

Índice de términos

A	
Algoritmo de consenso	11
algoritmos de consenso	11, 20, 23
Arbitraje	11, 91
Autoejecutable.....	11
B	
Bitcoin 11, 21, 24, 28, 45, 46, 47, 77, 93, 108, 110	
Blockchain.. 11, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 33, 36,	
37, 38, 39, 41, 44, 46, 47, 48, 49, 50, 61, 62, 58,	
60, 62, 63, 64, 65, 70, 71, 72, 74, 76, 77, 81, 84,	
85, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 93, 94, 96, 99, 100,	
101, 103, 104, 102, 103, 105, 107, 110, 111	
C	
Consenso	11
Consentimiento	11, 8
Contrato.....	11, 3, 7, 15, 38, 86, 105
contratos ricardianos.....	30, 86
D	
Datos Personales	9, 12, 60, 65, 83, 107
Derechos ARCO	12
Descentralizado	12
Digitalización	12
E	
Error	12, 72
Ethereum.....	12, 24, 27, 28, 71, 87, 90, 93, 94
F	
Firma electrónica	12, 17, 19, 102
H	
Hash.....	13, 16, 107
I	
Inmutabilidad	13, 31
M	
Mensaje de datos.....	13
Minero.....	13
N	
Nodo	13
O	
Oráculo	13
Oráculos	
oráculo	32
P	
PoS.....	11, 24, 25
PoW	9, 11, 24, 27
Prueba de Estado	10, 13
Prueba de Identidad	25
Prueba de Locación.....	25
Prueba de Trabajo	14, 24
T	
Tratamiento.....	14