



UNIVERSIDAD LA SALLE

FACULTAD DE DERECHO

CON RECONOCIMIENTO DE VALIDEZ OFICIAL
DE ESTUDIOS POR DECRETO PRESIDENCIAL DE
FECHA 29 DE MAYO DE 1987.

**“ADOPCIÓN DEL CONTRATO INTELIGENTE EN LA
LEGISLACIÓN FINANCIERA MEXICANA”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN
DERECHO FINANCIERO

P R E S E N T A

LIC. BRANDON JANSEN URRUTIA

ASESOR

DR. OSCAR JAVIER APÁEZ PINEDA

CIUDAD DE MÉXICO, 2024

“Hacemos un uso constante de fórmulas, símbolos y reglas cuyo significado no entendemos y a través del cual nos valemos de la ayuda del conocimiento que individualmente no poseemos.

Hemos desarrollado estas prácticas e instituciones basándonos en hábitos e instituciones que han demostrado ser exitosas en su propia esfera y que a su vez se han convertido en la base de la civilización que hemos construido.”

Friedrich A. Hayek, obtenida de su libro “El uso del Conocimiento en la Sociedad”

Agradecimientos

Se agradece a los cielos, las montañas, las aguas y los colores de México, que son testigos del paso del tiempo, por ser fuente de inspiración y equilibrio.

Se agradece a mi abuela, Doña María Irene Sánchez Huesca, quien valientemente desafió a una sociedad misógina y a los cambios graduales que pueden resultar desesperantes. Gracias a su determinación, no solo logró mejorar su posición social en su natal Puebla, sino también inculcar los valores del esfuerzo, la constancia, el amor y la ternura necesarios para formar y construir una familia. Además, gracias a su experiencia en el mundo financiero del pasado, despertó mi pasión por la banca y los amplios servicios financieros en los que actualmente trabajo como profesional, consciente de la limitada duración de la vida.

Se agradece a mi madre, la Maestra Doña Miriam Urrutia Sánchez, una persona invencible con una experiencia que equivaldría a mil bibliotecas de Alejandría. Le debo mi carrera y mi pasión por el litigio. Ella me enseñó, con una valentía medida que se utiliza para defender las causas más nobles y dignas contra innumerables obstáculos, a vivir plenamente en la noble actividad que un abogado litigante puede tener como culminación de la ciencia del Derecho, no habiendo una actividad moral e intelectual más elevada.

Se agradece a mi hermana, Brenda Luna Urrutia, por su compañía y comprensión, siendo una compañera de mi generación que sigue el mismo camino y a quien le deseo la felicidad en sus nobles esfuerzos.

Se agradece a mis compañeros de la Universidad Latinoamericana, en particular al Doctor Don Eric Daniel Padilla Almazán, por su paciencia y por brindarme la oportunidad de entablar conversaciones enriquecedoras que han impulsado mi curiosidad por alcanzar nuevos paradigmas en la ciencia del Derecho.

Se agradece a la Ingeniera Saraí Jazmín Villalva Hesiquio por su incansable e inestimable labor en la divulgación del conocimiento científico. Nuestro apoyo mutuo y su comprensión a lo largo de la realización de este documento han sido invaluableles.

Se agradece a mis amigos, compañeros, alumnos, clientes y contrapartes, ya sea en instituciones financieras, universidades, organismos internacionales o en el ámbito

gubernamental. La ciencia del Derecho no se construye únicamente en el papel estéril, sino que florece de manera sistemática con la conjunción de valores e intenciones colectivas. Incluso cuando existen intereses contrapuestos, fortalecen la conducta moral e intelectual del individuo.

Se agradece a las experiencias colectivas que han surgido a raíz de la pandemia del SARS-CoV-2 y se recuerda a aquellos que ya no están con nosotros. Esta maestría se llevó a cabo en una de las situaciones más adversas para los estudiantes y se reconoce la importancia de estas experiencias en conjunto.

Índice

I	Introducción.....	7
	Capítulo I. Antecedentes Históricos y Conceptos Básicos de los Contratos inteligentes	9
I	Los Contratos inteligentes desde las ciencias computacionales	9
II	Los <i>Contratos inteligentes</i> en el contexto del derecho internacional.....	22
III	Los Contratos inteligentes en el contexto del derecho mexicano	31
	Capítulo II. Problemática de los Contratos inteligentes.....	43
I	Seguridad Computacional de los Contratos inteligentes	43
	A) Bugs o errores informáticos y vulnerabilidades	44
	B) Ataques de Reentrada	45
	C) Oráculos manipulados	47
	D) Problemas de escalabilidad	49
II	Seguridad Jurídica de los Contratos inteligentes de cara a su atipicidad normativa desde la tesis tridimensional del Derecho.....	51
	A) Dimensión Normativa.....	52
	B) Dimensión Axiológica.....	54
	C) Dimensión Fáctica	58
	Capítulo III. Prospectiva del Contrato inteligente en México	60
I	Consideraciones sobre la actualidad	60
II	Su uso como modalidad del Contrato de Fideicomiso	61
III	Los Contratos inteligentes y los Contratos de Fideicomiso	64
IV	Propuesta de reforma al Título Segundo, Capítulo V de la Ley General de Títulos y Operaciones de Crédito	70
	Conclusiones	74

01000001 01100100 11101001 01101110 01110100 01110010 01100001
01110100 01100101 00100000 01100001 00100000 01100101 01110011 01110100
01100001 00100000 01100001 01110110 01100101 01101110 01110100 01110101
01110010 01100001 00100000 01100011 01101111 01101110 01100011 01100101
01110000 01110100 01110101 01100001 01101100

I Introducción

En la era digital actual, la tecnología de cadenas de bloques ha impulsado una revolución en la forma en que se llevan a cabo las transacciones comerciales y legales. En este contexto, los contratos inteligentes han surgido como una herramienta innovadora que promete automatizar y garantizar la ejecución de acuerdos sin la necesidad de intermediarios. Este trabajo de investigación se propone explorar a fondo los contratos inteligentes, desde sus fundamentos históricos hasta sus implicaciones en el derecho internacional y el marco legal mexicano.

El primer capítulo de esta tesis se dedica a analizar los antecedentes históricos y los conceptos básicos de los contratos inteligentes. Se examinará su evolución desde el ámbito de las ciencias computacionales hasta su aplicación en el derecho internacional y el contexto jurídico mexicano. Además, se explorarán los diferentes grados de automatización de los contratos inteligentes, desde aquellos que incorporan lenguaje natural hasta los que están completamente basados en código.

El segundo capítulo se centrará en la problemática asociada con los contratos inteligentes, tanto desde el punto de vista de la seguridad computacional como de la seguridad jurídica. Se analizarán los posibles desafíos y vulnerabilidades, incluyendo errores informáticos, ataques cibernéticos y problemas de escalabilidad, así como las implicaciones normativas y axiológicas de su aplicación en el contexto legal.

Por último, el tercer capítulo explorará la prospectiva del contrato inteligente en México, considerando su uso como modalidad del contrato de fideicomiso y las posibles reformas legislativas necesarias para su implementación efectiva. Se discutirán las implicaciones legales y prácticas de los contratos inteligentes en el contexto mexicano, así como las oportunidades y desafíos que representan para el sistema legal y económico del país.

Esta tesis se propone ofrecer una visión integral y crítica de los contratos inteligentes, analizando sus fundamentos, desafíos y perspectivas en el contexto jurídico mexicano y más allá. A través de un enfoque *ius positivista* que combina aspectos legales, tecnológicos y económicos, se busca contribuir al entendimiento y la discusión informada sobre esta innovadora herramienta en el ámbito legal contemporáneo,

entrelazando así una propuesta la cual adiciona a la Ley General de Títulos y Operaciones de Crédito un apartado específico para la adopción de los contratos inteligentes en el contexto financiero mexicano, derivada de la comprobación de la hipótesis de investigación planteada, si los contratos inteligentes pueden ser susceptibles de adoptarse por el sistema jurídico mexicano como una nueva figura o institución o si son semejantes al del Contrato de Fideicomiso y por lo tanto susceptibles de adoptarse con una reforma al Título Segundo, Capítulo V de la Ley General de Títulos y Operaciones de Crédito.

Capítulo I. Antecedentes Históricos y Conceptos Básicos de los Contratos inteligentes

El capítulo primero de esta investigación, titulado "Antecedentes Históricos y Conceptos Básicos de los Contratos inteligentes", se estructura en subcapítulos para abordar de manera integral y detallada diferentes aspectos relacionados con los Contratos inteligentes. En primer lugar, se explorará su origen y desarrollo desde la perspectiva conceptual de las ciencias computacionales, cómo han evolucionado y se han adaptado a las necesidades tecnológicas actuales.

Posteriormente, se examinarán los contratos inteligentes en el contexto del derecho internacional, abordando los esfuerzos por establecer consensos regulatorios, considerando los desafíos y oportunidades en los foros internacionales de derecho civil y unificación del derecho.

Seguidamente, se realizará un enfoque específico en el contexto del derecho mexicano, analizando las disposiciones legales partiendo del Código Civil Federal y las implicaciones jurídicas relacionadas con los Contratos inteligentes en México. A través de este enfoque estructurado, se busca proporcionar una visión completa y detallada al lector de los contratos inteligentes que conducirá a una prospectiva de la aplicación de los contratos inteligentes en el derecho mexicano, sentando las bases para un análisis más profundo en los capítulos posteriores de la tesis.

I Los Contratos inteligentes desde las ciencias computacionales

Podemos rastrear como el primer documento que señaló a los contratos inteligentes en el año 1994 gracias a *Nick Szabo*¹, quien publicó el primer artículo

¹ *Nick Szabo*, académico del Derecho nacido en los Estados Unidos de América, es reconocido por su destacado papel en el desarrollo teórico de los contratos inteligentes. Su enfoque pionero, centrado en la criptografía y la descentralización, sentó las bases conceptuales fundamentales para estos contratos. *Szabo* propuso la utilización de protocolos informáticos para

académico titulado contratos inteligentes donde se definió al contrato inteligente como un protocolo de transacción computacional que ejecuta los términos de un contrato. Este mismo documento dispuso como objetivo general del diseño de un contrato inteligentes es satisfacer las condiciones contractuales entre las partes, en el mismo se estipularía la forma, método y lugar de pago, señalando sobre todo su confidencialidad e inclusive ejecución, minimizando excepciones maliciosas y accidentales y la necesidad de intermediarios. (Szabo, Smart Contracts, 1994)

A lo largo de la década de los noventa, el mismo autor desarrollaría el concepto del contrato inteligentes a través de diversos artículos académicos; señalando la necesidad de establecer algunos principios básicos de los contratos inteligentes, los cuales fueron:

- A. La transparencia; como la condición de que las partes pueden observar el desenvolvimiento del contrato, o bien que puede ser probado el desenvolvimiento, ya sea por una presunción legal o bien por las partes contratantes.
- B. La verificabilidad; como la condición de que las partes pueden probar a un tercero ya sea en su calidad de juzgador o arbitro, su desenvolvimiento o su cumplimiento, o bien que pueda tener alguna presunción de su desenvolvimiento o su cumplimiento.
- C. La privacidad; como la condición de que únicamente las partes tiene conocimiento y control sobre el contenido y desenvolvimiento del contrato que debió ser distribuido entre las partes.
- D. La exigibilidad; como la condición de que las partes tienen la facultad de hacer efectivo el protocolo para exigir las condiciones contractuales. (Szabo, Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets, 1996),

Lo anteriormente presentado destaca la importancia pionera de *Nick Szabo* en la conceptualización de los contratos inteligentes desde la década de los noventa. *Szabo*,

la ejecución automática de acuerdos predefinidos, transformando la manera en que se conciben y ejecutan los contratos. Su visión ha sido crucial en la evolución de los contratos inteligentes, influyendo en académicos, desarrolladores, y en la reflexión sobre la integración de estos conceptos en marcos legales contemporáneos.

a través de sus artículos académicos, delineó los fundamentos esenciales de los contratos inteligentes y estableció principios fundamentales para su funcionamiento.

La definición inicial de *Szabo* sobre los contratos inteligentes como protocolos de transacción computacional destinados a ejecutar términos contractuales es crucial. Esto establece la base conceptual que aún hoy se emplea en la comprensión de estos contratos. Además, la idea de satisfacer condiciones contractuales, detallando aspectos como la forma y el método de pago, resalta su enfoque en la automatización de procesos contractuales y la reducción de la necesidad de intermediarios.

Los principios propuestos por *Szabo* (transparencia, verificabilidad, privacidad y exigibilidad) representan pilares clave en el diseño y la funcionalidad de los contratos inteligentes. La transparencia y verificabilidad garantizan la observación y prueba del cumplimiento del contrato, ya sea por las partes involucradas o por terceros, proporcionando los elementos para resolver disputas. La privacidad enfatiza el control y conocimiento exclusivo de las partes involucradas en el contrato, mientras que la exigibilidad resalta la capacidad de hacer cumplir las condiciones contractuales mediante el protocolo establecido.

Szabo no solo introdujo el concepto de contratos inteligentes, sino que también estableció los principios fundamentales que siguen siendo relevantes en su desarrollo y aplicación actual. Su visión no solo definió las bases teóricas de estos contratos, sino que también anticipó las necesidades prácticas y éticas relacionadas con su implementación, marcando un hito significativo en la génesis de los contratos inteligentes.

Una visión más empírica y acercada al tiempo de la elaboración de la presente investigación la proporciona *Stark*, quien señala que entre aquellos que trabajan en finanzas o derecho, el término contrato inteligente a menudo se lee de manera bastante diferente a la definición de *Szabo*. Contrato inteligente señala que es aquel que se refiere a un caso de uso específico del código del contrato inteligente, como una forma de utilizar la tecnología de cadena bloques para complementar o reemplazar los contratos legales existentes. (Coindesk, 2016)

Esta es la definición del término que considera es el uso del código para articular, verificar y hacer cumplir un acuerdo entre las partes, un contrato legal inteligente. (Coindesk, 2023)

Por su parte *Clack et al. (2017)* auspiciados por el banco *Barclays* de Reino Unido, van más allá del mero señalamiento de que un contrato inteligente como un solo código computacional debe ser considerado como un contrato legal inteligente, y lo definen como un acuerdo automatizable y ejecutable. Este tipo de contrato puede ser automatizado por sistemas informáticos, aunque ciertas partes pueden requerir la supervisión y el control humanos. Además, es exigible mediante la aplicación legal de derechos y obligaciones o mediante la ejecución que garantice la integridad del código informático, evitando manipulaciones. La distinción clave que destacan es el requisito de ejecutabilidad, sin entrar en detalles sobre qué aspectos del contrato se ejecutan. En los contratos legales inteligentes, se puede aplicar la ejecución a derechos y obligaciones complejos, mientras que, en los códigos de contratos inteligentes, se ejecutan simplemente las acciones programadas en el código. Esta distinción resalta la flexibilidad y diversidad de aplicaciones de los contratos inteligentes, desde contratos legales sofisticados hasta la ejecución práctica de funciones codificadas. (Clack, 2016)

De ahí que, Javier Wenceslao Ibáñez Jiménez (2017), como abogado de origen español, ha teorizado que un contrato inteligente no es propiamente un contrato, sino más bien un mecanismo de ejecución de instrucciones informáticas. Además, señala la posibilidad de que este mecanismo se convierta en un elemento socializador y democratizador del tráfico no mercantil o civil. En el contexto de los servicios financieros, su aplicabilidad podría permitir la reducción de costos y comisiones en ciertos entornos, generando confianza especialmente para los estratos más bajos que actualmente no tienen acceso a dichos esquemas financieros debido a su falta de asequibilidad. (Ibáñez, 2017)

Caria (2019), recopila diversos estudios sobre los contratos inteligentes para listar las siguientes características o definiciones en la materia:

- A. Instrucciones electrónicas auto ejecutantes escritas en código computacional.
- B. Una pieza de código computacional capaz de monitorear, ejecutar y exigir un acuerdo.
- C. Programa computacional, en el cual un código computacional constriñe a dos o más partes en vista de la ejecución con efectos predefinidos, almacenados en un libro distribuido.

- D. Contratos digitales que permiten acuerdos contingentes sobre un consenso descentralizado que auto exigen a las instrucciones programadas y gozan de ejecución automatizada.
 - E. Programa dirigido por los eventos acontecidos, que corre en un libro mayor distribuido, descentralizado, compartido y replicado que permite la custodia o transferencia de activos sobre el libro mayor distribuido.
 - F. Contratos que son representados en código y ejecutados por computadoras.
- (Caria, 2019)

Revisados algunos de los conceptos que existen sobre los contratos inteligentes el acuñar un concepto que sea una definición integradora y actualizada para ser empleada en la prospectiva que pretende emplearse en el contexto legal mexicano debemos recoger algunos aspectos importantes, como su génesis, y su propósito de los contratos inteligentes, ya que el propósito democratizador del contrato inteligente debe reivindicarse y alejarse de los contextos en los que naturalmente se ha operado y teorizado, que como señala Ibañez, (2017) generar confianza especialmente para los estratos más bajos que actualmente no tienen acceso a dichos esquemas financieros debido a su falta de asequibilidad.

Todo esto en concordancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible², que sobre el particular toma importancia el objetivo 8 que establece promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos; de ahí que tenemos la meta 8.10 para fortalecer la capacidad de las

² Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) se encuentran en el documento llamado "Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible". Este documento fue adoptado por la Asamblea General de las Naciones Unidas en septiembre de 2015 y establece los 17 ODS y sus respectivas metas. La Agenda 2030 es un plan de acción global que busca abordar los desafíos económicos, sociales y ambientales de manera integral y promover un desarrollo sostenible en todo el mundo. Los ODS cubren una amplia gama de temas, como la erradicación de la pobreza, la igualdad de género, la educación de calidad, el acceso a la salud, la protección del medio ambiente y la promoción de la paz y la justicia.

instituciones financieras nacionales para fomentar y ampliar el acceso a los servicios bancarios, financieros y de seguros para todos.

Por ende, la definición la cual se propone y se empleará para el desarrollo del presente texto es que los contratos inteligentes son protocolos de transacción computacional que ejecutan términos contractuales para satisfacer condiciones entre las partes. Desde una perspectiva amplia, abarcan desde acuerdos automatizables y ejecutables por sistemas informáticos con posible intervención humana hasta mecanismos de ejecución de instrucciones informáticas. Permiten articular, verificar y hacer cumplir acuerdos, ya sea en el ámbito legal, financiero o civil; y contemplan los requisitos de validez y existencia de los contratos, sirviendo como conducto de la manifestación de la voluntad.

Esta definición recoge ciertos elementos que se han abordado en el presente capítulo, y considera que los contratos inteligentes en un contexto informático son protocolos de transacción que cumplen con los términos contractuales derivados de la voluntad, siendo esta doctrinariamente la ley suprema de los contratos, y que como elemento de existencia de los contratos, ya sea per se o aparejado con documentos jurídicos permiten la actualización de hipótesis normativas que las partes convienen y se obligan por lo cual mediante los protocolos de ejecución previamente establecidos permite un desenvolvimiento automático del que la voluntad de las partes constituyeron en un inicio, siendo así investido por los principios que se requieren adicionales a los que puedan existir en el derecho común, y de los que podemos estar en la génesis de nuevos elementos de validez doctrinales para los contratos cuando estos tengan, se ayuden o sean contratos inteligentes, puesto que la transparencia, verificabilidad, privacidad y exigibilidad doctrinariamente nunca fueron considerados como elementos de los contratos tradicionales.

De igual forma esta definición se distancia de su símil el contrato electrónico el que se ha definido como aquel que se realiza mediante la utilización de algún elemento electrónico cuando este tiene, o puede tener una incidencia real y directa sobre la formación de la voluntad o el desarrollo o interpretación futura del acuerdo (Farina, 1999), del cual también se tiene su definición legal de documento electrónico como aquél que es generado, consultado, modificado o procesado por medios electrónicos (Ley de Firma

Electrónica Avanzada, 2021); que claramente podemos distinguir que el contrato electrónico únicamente requiere para su distinción la utilización de un elemento electrónico dígame algún medio óptico, o bien una computadora, o la contratación por internet, o inclusive que los medios de desarrollo de la voluntad se encuentren en línea o inclusive mediante comunicación vía telefónica o telemática, por lo que un contrato inteligente trasciende esta definición por los elementos que se han abordado y se reitera, la ejecutabilidad y automatización intrínseca de las relaciones transaccionales y de obligaciones llevan a los acuerdos de la voluntad sin necesidad de la intervención de las partes, lo que el contrato electrónico carece.

Así también el contrato inteligente puede precisar de requerir elementos que ya existen tipologías específica en la ley como es la firma electrónica avanzada, la cual se define legalmente en México como el conjunto de datos y caracteres que permite la identificación del firmante, que ha sido creada por medios electrónicos bajo su exclusivo control, de manera que está vinculada únicamente al mismo y a los datos a los que se refiere, lo que permite que sea detectable cualquier modificación ulterior de éstos, la cual produce los mismos efectos jurídicos que la firma autógrafa (Ley de Firma Electrónica Avanzada, 2021) o también el metaverso, que legalmente en México se define como espacio virtual que posibilita la convivencia social en mundos digitales a través de experiencias gráficas inmersivas en tercera dimensión, que suele utilizar tecnologías de realidad virtual, realidad aumentada, realidad mixta o híbrida, tokens y cadena de bloques; (Codigo Nacional de Procedimientos Civiles y Familiares, 2023) o de la que misma deriva de la anterior definición, la cadena de bloques que es el conjunto de tecnologías cuyas características buscan posibilitar la transferencia de valor en entornos digitales a través de métodos de consenso y cifrado. Desde un punto de vista técnico, y atendiendo a sus características, una cadena de bloques es una base de datos, descentralizada y distribuida en una red de computadoras, formada por un conjunto de registros vinculados donde se almacenan transacciones o datos, que han sido diseñados para evitar su modificación o manipulación no autorizada, una vez que un dato ha sido publicado. Una cadena de bloques es pública cuando es abierta, transparente, cualquiera puede unirse, tener acceso a ella, enviar transacciones y participar en el proceso de consenso o validación de datos. Se consideran cadenas de bloques sin permiso o no permissionadas, ya que no hay restricciones y la participación en ellas no está controlada

por un administrador o por un cuerpo central de gobierno (Codigo Nacional de Procedimientos Civiles y Familiares, 2023)

Los anteriores elementos jurídicos ya establecidos en nuestra legislación nacional de los que puede valerse de las tipologías el contrato inteligente son opcionales y alternativos en las condiciones que las partes deseen contratar, por lo que al ser herramientas disponibles y que son novedosas y disruptivas están al alcance de los abogados nacionales para su empleo.

Pero este avance e impulso disruptivo legal del que el país está sujeto, se ha visto mermado, durante el transcurso de la realización del presente documento en la creación de una definición legal que concilia los elementos computacionales relevantes y los doctrinales del derecho común, ya que fue publicada una definición legal la cual es oscura e imprecisa, y de hecho imposibilita el uso del contrato inteligente con su propia redacción y funcionalidad dentro del marco jurídico mexicano, definiéndolo como código digital o informático que se ejecuta en la parte superior de una cadena de bloques que contiene un conjunto de reglas bajo las cuales las partes acuerdan interactuar entre sí. Si se cumplen las reglas predefinidas, el acuerdo se ejecuta automáticamente. Un contrato inteligente es capaz de facilitar, ejecutar y hacer cumplir la negociación o la ejecución de un contrato usando la tecnología de cadena de bloques (Ley General de Mecanismos Alternativos de Solución de Controversias, 2024)³, lamentablemente el legislador dejó una definición carente de sentido legal alguno y practicidad, debido a que el contrato

³ Se detalla que la Ley General de Mecanismos Alternativos de Solución de Controversias, publicada en Diario Oficial de la Federación el veintiséis de enero del dos mil veinticuatro, de acuerdo con su artículo primero, tiene como objeto establecer las bases, principios generales y distribución de competencias en materia de mecanismos alternativos de solución de controversia, la cual al momento de la redacción de la presente tesis al ser de reciente creación se encuentra pendiente la expedición por parte del Congreso General de los Estados Unidos Mexicanos y las Legislaturas de las Entidades Federativas para expedir actualizaciones normativas correspondientes de acuerdo a sus transitorios segundo y tercero que dan un plazo de Ley de un año a partir de su entrada en vigor al día siguiente de su publicación.

inteligente si bien se realiza para la solución de controversias como método alternativo de solución de conflictos en los casos aplicables de la Ley General de Mecanismos Alternativos de Solución de Controversias por la entelequia que propone el legislador solo es utilizable por determinados representantes del Estado en el contexto de esta ley en aras de la solución de controversias en ciertos procedimientos de naturaleza litigiosa o donde exista una controversia a resolver, por lo que no existe la libertad legal de las partes para acogerse a la realización de las transacciones jurídicas desde la contratación, y exige la supuesta existencia de un conflicto al que las partes no han llegado, yendo en contra de los propios principios del contrato inteligente, y que a la larga ocasionará lo que ha acontecido con los convenios de mediación en los entornos financieros que se convierten en instrumentos aparejados de la actividad notarial para cuando se inicia la relación contractual se aventaja al acreditante frente al acreditado en los negocios jurídicos que intervienen considerando que es posible utilizarlos en la vía de apremio, procedimientos ejecutivos o hipotecarios como si estos fueran sentencia, lo cual contraviene los principios de la mediación, siendo que el propio mediador no media si no aventaja para una eventual ejecución ante el incumplimiento, de lo cual podríamos ahondar pero esta terminaría cruzando y dudando de la formación ética y de la conducta que proponen los mediadores atentando contra su propia certificación y facultad legal que les confiere el Estado para solucionar los conflictos.

Ahora bien, de acuerdo a Ramírez Gil, en su libro Creación de contratos inteligentes en la Red *Blockchain* de Ethereum con *Solidity*, en la actualidad se tienen los siguientes pasos para crear computacionalmente un contrato inteligente; el primer paso consiste, en que los desarrolladores realizan la lógica del contrato en un programa computacional que sea soportado por la cadena de bloques⁴ que se desee usar, luego

⁴ La cadena de bloques (*blockchain*) es una estructura de datos descentralizada y segura que registra transacciones de manera cronológica y en bloques enlazados criptográficamente. Cada bloque contiene un conjunto de transacciones verificadas y está conectado a través de un mecanismo de criptografía con el bloque anterior, formando así una cadena inmutable y transparente. Los *cypherpunks*, un grupo de activistas

entonces, usando un compilador específico, se compilará el código fuente representando el contrato *inteligente* para obtener el código en octetos.

Como segundo paso, al haber obtenido el código en octeto, se publica en la cadena de bloques donde se almacenará el contrato, en donde únicamente estará ya sea únicamente para lectura, o bien para su modificación.

El tercer paso, para acceder al contrato inteligente dependerá de la plataforma de cadena de bloques empleada; que tiene una dirección para su interacción, como identificador de la cuenta que se usará para acceder e interactuar con el contrato inteligente.

Las partes contratantes pueden con su identificador y la dirección correspondiente empezar a realizar transacciones de las prestaciones del contrato y negocios jurídicos, cada transacción debe contener la función que se encuentre dentro del código del contrato inteligente, ya sea obligaciones de hacer, dar, tolerar o pagar, tal cual y lo dispone el Código Civil Federal, cada una de las transacciones que se efectúe será almacenada en la cadena de bloques; y dicho cúmulo de transacciones pueden aguardar a ser ejecutadas o bien validadas por las partes contratantes, o inclusive por un tercero.

Existen diversas plataformas que permiten crear y gestionar contratos inteligentes, cada una con sus propias características, ventajas y desventajas. Algunas de las más populares son:

defensores de la privacidad y la seguridad en línea en los años 80 y 90, influyeron significativamente en la conceptualización de la cadena de bloques. A través de discusiones en foros de internet y publicaciones, exploraron tecnologías criptográficas y la descentralización como medios para asegurar la privacidad y la libertad en el entorno digital. Su visión de utilizar la criptografía para proteger las comunicaciones y datos personales sentó las bases conceptuales para la creación de la cadena de bloques, especialmente en la tecnología subyacente de la criptografía que asegura la integridad y seguridad de los datos almacenados en la cadena.

- A. *Ethereum*: Es la plataforma de contratos inteligentes más usada y conocida, que utiliza su propia criptomoneda llamada *Ether*. Los contratos inteligentes se escriben en un lenguaje de programación llamado *Solidity*, que es similar a *JavaScript*. *Ethereum* ofrece una gran flexibilidad y variedad de aplicaciones, pero también tiene algunos inconvenientes, como el alto consumo de energía, las limitaciones de escalabilidad y las altas comisiones por transacción. (Ciberseguridad, 2024)
- B. *Hyperledger Fabric*: Es una plataforma de código abierto impulsada por la Fundación *Linux*, que permite crear redes de cadenas de bloques privadas y permissionadas, es decir, que solo pueden acceder a ellas los usuarios autorizados. Los contratos inteligentes se denominan *chaincode* y se pueden escribir en varios lenguajes de programación, como *Go*, *Java* o *Node.js*. *Hyperledger Fabric* destaca por su alto rendimiento, seguridad y modularidad, pero también requiere una mayor complejidad técnica y de gestión. (Innowise, 2024)
- C. *Corda*: Es una plataforma diseñada especialmente para el sector financiero, que permite crear contratos inteligentes que cumplen con las regulaciones legales y los estándares de la industria. Los contratos inteligentes se llaman *CorDapps* y se pueden desarrollar en el lenguaje de programación *Kotlin*, que es compatible con *Java*. *Corda* ofrece una solución eficiente, segura y escalable, pero también tiene algunas limitaciones, como la falta de interoperabilidad con otras cadenas de bloques y la dependencia de un consorcio centralizado. (Contacta Abogado, 2021)
- D. *Stellar*: Es una plataforma que se enfoca en facilitar las transferencias de dinero y los pagos transfronterizos, utilizando su propia criptomoneda llamada *Lumen*. Los contratos inteligentes se crean mediante una serie de operaciones que se agrupan en transacciones atómicas, es decir, que se ejecutan todas o ninguna. Los contratos inteligentes de *Stellar* son simples, rápidos y baratos, pero también tienen una funcionalidad limitada y no son tan flexibles como los de otras plataformas. (Negokai, 2023)

Los abogados pueden acceder a estas plataformas de contratos inteligentes de diferentes formas, según sus objetivos y necesidades.

Como cuarto paso, del cúmulo de transacciones, la plataforma de cadena de bloques seleccionará las transacciones a ejecutarse y validarse, durante dicha fase, las

funciones del *contrato inteligente* que han sido específicos y serán ejecutadas por una serie de nodos, durante la fase de validación, los nodos ejecutan la transacción y la comparan con los resultados y seleccionan uno de acuerdo con el protocolo de conceso establecido por las partes contratantes.

Al concluir este proceso el primer nodo empleado actúa como líder y presenta una prueba valida de que ha sido ejecutada la transacción por lo que carga a la cadena de bloques dicha interacción, que puede hacer las veces de firma electrónica, sin embargo, cabe mencionar que es una validación que realizan las computadoras dentro de la cadena de bloques sin la intervención de un ser humano, y cabe mencionar que la firma electrónica solo es la manifestación de la voluntad de un ser humano no así como un proceso de validación dado por lo que no se habrá de confundir para futura explicación.

Como último paso, una vez seleccionado un resultado válido e inserto en la cadena de bloques, resultado cual dependerá las condiciones específicas estipuladas, se alteran las condiciones variables del contrato a efecto de que existan nuevos valores y condiciones estipuladas que cambien los valores iniciales para futuras transacciones. (Kemmo, 2020)

A manera de un ejemplo práctico de lo anterior, un acreedor, identificado en la plataforma de cadena de bloques de elección de las partes con un identificador de cuenta, y el deudor, identificado en la plataforma de cadena de bloques con el identificador de cuenta, acuerdan celebrar un Contrato de Crédito Inteligente, considerando que ambas partes desean establecer un Contrato de Crédito que se ejecute y gestione de manera automatizada y segura utilizando tecnología de cadena de bloques, se acuerdan los siguientes términos y condiciones.

Los desarrolladores han creado la lógica del contrato en un programa computacional compatible con la cadena de bloques seleccionada. A continuación, el código fuente del Contrato de Crédito Inteligente se ha compilado utilizando un compilador específico de acuerdo a la plataforma que han escogido las partes obteniendo así el código en bytes que representa el Contrato. Una vez obtenido el código en bytes, este se publica en la cadena de bloques donde se almacenará el contrato. El acceso al Contrato inteligente dependerá de la plataforma de cadena de bloques empleada, y que como se ha mencionado en líneas arriba precisadas dependerá del negocio jurídico que

se este ventilando o bien por la elección de las partes mismo que proporcionará una dirección de interacción y un identificador de cuenta para cada parte contratante. Utilizando estos identificadores y la dirección correspondiente, las partes podrán acceder e interactuar con el Contrato inteligente.

Las transacciones relacionadas con el Contrato de Crédito se llevarán a cabo mediante la plataforma de cadena de bloques y deberán contener las funciones definidas en el código del Contrato. Estas transacciones incluirán obligaciones de hacer, dar, tolerar o pagar según lo estipulado en el Contrato. Cada una de las transacciones realizadas será almacenada en la cadena de bloques, formando un cúmulo de transacciones que podrán ser ejecutadas o validadas por las partes contratantes. Durante esta fase, la plataforma de cadena de bloques seleccionará las transacciones a ejecutarse y validarse. Las funciones específicas del Contrato inteligente serán ejecutadas por una serie de nodos, que compararán los resultados y seleccionarán uno de acuerdo con el protocolo de consenso establecido. En este proceso, el primer nodo empleado actuará como líder y proporcionará una prueba válida de la ejecución de la transacción, cargando dicha interacción en la cadena de bloques. (Ramirez-Gil, 2022)

Una vez seleccionado un resultado válido e insertado en la cadena de bloques, podrán alterarse las condiciones variables del Contrato de Crédito según las condiciones específicas establecidas. Estos cambios se reflejarán en los valores y condiciones estipuladas para futuras transacciones. Este Contrato de Crédito Inteligente permite a las partes gestionar el crédito de manera automatizada y segura mediante el uso de tecnología de cadena de bloques. Los pasos desde la lógica del contrato hasta la ejecución y validación de las transacciones se realizan en la plataforma de cadena de bloques, brindando transparencia y confiabilidad en todo el proceso.

En el siguiente título se explorarán las experiencias de algunos países de la comunidad internacional y las impresiones en los foros de *UNIDROIT*⁵ de regular a nivel

⁵ UNIDROIT (Instituto Internacional para la Unificación del Derecho Privado) es una organización intergubernamental independiente fundada en 1926 y actualmente con

internacional los contratos inteligentes, con el objetivo de establecer un marco normativo que aborde los desafíos y las implicaciones de estas innovadoras formas de contratos digitales. A medida que los Contratos inteligentes continúan ganando popularidad y siendo utilizados en transacciones comerciales a nivel global, se hace evidente la necesidad de contar con lineamientos legales y regulaciones que promuevan la seguridad, la confianza y la interoperabilidad en este ámbito. Por lo tanto, se analizarán dichas propuestas y los esfuerzos internacionales en curso para regular los Contratos inteligentes, considerando tantos aspectos jurídicos, con el fin de comprender las posibles vías de acción para una regulación efectiva y armonizada en el ámbito internacional.

II Los Contratos inteligentes en el contexto del derecho internacional

Respecto a lo que se tiene el marco normativo en el Derecho Privado Internacional es la *Ley Modelo sobre Comercio Electrónico* de 1996⁶, la cual tiene como por objetivo

sede en Roma, Italia. Su objetivo principal es armonizar y coordinar el derecho privado entre los diferentes países, facilitando así el comercio y la cooperación internacional. UNIDROIT desarrolla y promueve instrumentos jurídicos, como convenciones, leyes modelo, y principios internacionales, que abordan diversas áreas del derecho privado, incluyendo contratos comerciales, transporte, propiedad y garantías mobiliarias. Su labor contribuye a reducir las barreras legales y a promover un entorno jurídico más predecible y equitativo en el ámbito global.

⁶ La Ley Modelo sobre Comercio Electrónico de 1996, adoptada por la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil Internacional (CNUDMI), se aplica a cualquier tipo de información en forma de mensaje de datos utilizado en el contexto de actividades comerciales. Su ámbito de aplicación incluye contratos electrónicos, almacenamiento de información electrónica, y comunicaciones electrónicas en general. El propósito de la Ley Modelo es proporcionar un marco jurídico claro y seguro para el

facilitar el comercio electrónico ofreciendo reglas para eliminar los obstáculos jurídicos y dar previsibilidad a las transacciones electrónicas, se basa en los principios de no discriminación, neutralidad tecnológica y equivalencia funcional entre la información electrónica y la información en papel (UNCITRAL, 2022)⁷, la *Ley Modelo de Firmas Electrónicas* de 2001⁸ la cual tiene por objetivo facilitar la utilización de las firmas

comercio electrónico, eliminando las barreras legales a su uso y promoviendo la equivalencia funcional de los documentos electrónicos con los documentos tradicionales en papel. Al hacerlo, la Ley Modelo facilita la adopción y el desarrollo del comercio electrónico a nivel global, fomentando la confianza y eficiencia en las transacciones electrónicas. La Ley Modelo sobre Comercio Electrónico de 1996 no tiene un ámbito de validez territorial por sí misma, ya que es un instrumento de armonización legal y no una ley vinculante. Sin embargo, está diseñada para ser adoptada y adaptada por los Estados en su legislación nacional. Una vez que un país adopta la Ley Modelo o sus principios, estos se integran en su sistema jurídico y adquieren validez dentro de ese territorio específico. Por lo tanto, la validez territorial de las disposiciones de la Ley Modelo depende de los países que la implementen y la incorporen en su marco legal nacional.

⁷ UNCITRAL, la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil Internacional, es un órgano subsidiario de la Asamblea General de las Naciones Unidas, creado en 1966 con el objetivo de modernizar y armonizar las reglas del comercio internacional. UNCITRAL trabaja en el desarrollo de convenciones, leyes modelo, guías jurídicas y recomendaciones para promover un marco legal uniforme y predecible que facilite el comercio y las inversiones internacionales. La comisión aborda diversas áreas del derecho mercantil, incluyendo la compraventa internacional de bienes, el arbitraje y la mediación comercial, el comercio electrónico, la contratación pública y los regímenes de insolvencia transfronteriza. Sus trabajos y publicaciones proporcionan una base común que los países pueden adoptar y adaptar para fomentar un entorno comercial global más coherente y eficiente.

⁸ La Ley Modelo de Firmas Electrónicas de 2001, desarrollada por UNCITRAL, se aplica a la utilización de firmas electrónicas en el contexto de actividades comerciales, facilitando la autenticidad y la integridad de los documentos electrónicos en transacciones

electrónicas estableciendo criterios de fiabilidad técnica para la equivalencia entre las firmas electrónicas y las manuscritas, también establece normas de conducta y responsabilidad para el firmante, la parte que confía en la firma y los prestadores de servicios de certificación (UNCITRAL, 2022) y la *Convención sobre el Uso de Comunicaciones Electrónicas en Contratos*, la cual tiene por objetivo facilitar la utilización de las comunicaciones electrónicas en los contratos internacionales garantizando que los contratos electrónicos y las comunicaciones electrónicas tengan la misma validez y ejecutabilidad que los contratos y las comunicaciones tradicionales en papel, también busca armonizar las reglas aplicables al comercio electrónico y promover la uniformidad en la adopción de instrumentos nacionales basados en las leyes modelo de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil Internacional (UNCITRAL, 2022), estos han impulsado documentos relevantes en la materia en las diferentes legislaciones nacionales, ya que han permitido el uso de herramientas tecnológicas en la suscripción de contratos a través de su propuesta al marco normativo.

Particularmente sobre los contratos electrónicos, el artículo octavo de la *Convención sobre el Uso de Comunicaciones Electrónicas en Contratos Internacionales* señala que cualquier comunicación o contrato no deberá ser negada su validez o exigibilidad por el solo hecho de que haya sido realizado de manera electrónica, de tal modo que la legislación internacional nos ha permitido la existencia de un contrato a través medio electrónico, como lo puede ser a través de la cadena de bloques.

La posibilidad de que el contrato inteligente exista únicamente en los medios electrónicos ha generado de igual forma discusión al respecto puesto que han existido argumentos de que los contratos inteligentes no porque se llamen contratos sean

comerciales. Su ámbito de aplicación incluye cualquier tipo de transacción comercial que requiera la autenticación de firmas, promoviendo la equivalencia funcional entre firmas electrónicas y manuscritas tradicionales. En cuanto a su validez territorial, esta depende de los Estados que adopten y adapten la ley en su legislación nacional. Una vez incorporada, la ley adquiere validez dentro del territorio de esos Estados, proporcionando un marco legal coherente y reconocido internacionalmente para el uso de firmas electrónicas en sus respectivas jurisdicciones.

contratos como tal, puesto que no todos los contratos inteligentes cuentan con los requisitos de exigibilidad que establece las leyes de las diferentes jurisdicciones que goza un contrato tradicional, discusión que fue abordada en el Taller Conjunto entre la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil Internacional y el Instituto Internacional para la Unificación del Derecho Privado celebrada en Roma del seis al siete de Mayo del 2019, donde se abordó como tópico fundamental la regulación y adopción en el derecho internacional privado de los contratos inteligentes.

En nuestro vecino país del norte, los Estados Unidos de América han avanzado con la promulgación interna de diferentes leyes locales de la que podemos enlistar algunos de sus avances internos hacia la adopción de nuevas tecnologías en sus transacciones comerciales, estas son algunas leyes de los Estados Unidos que se relacionan con las transacciones electrónicas y las tecnologías de cadenas de bloques:

- A. *Uniform Electronic Transactions Act (UETA) - Nevada*: Es una ley que reconoce la validez y la fuerza legal de las transacciones y las firmas electrónicas, siempre que las partes hayan acordado utilizarlas. Nevada adoptó esta ley en el año 2001, con algunas modificaciones, como la definición de cadenas de bloque y la inclusión de los contratos inteligentes mediante enmienda realizada por su cámara de representantes en 2017. (Uniform Electronic Transactions Act (UETA) - Nevada, 2017)
- B. *Vermont y la autorización de tecnologías cadenas de bloques*: Es una ley que autoriza el uso de cadenas de bloques para verificar la autenticidad y la integridad de los registros electrónicos, así como para crear y ejecutar contratos inteligentes. *Vermont* fue el primer estado en reconocer legalmente las cadenas de bloques como una forma de prueba en los tribunales en el año 2016. (Ramos, 2022)
- C. *Delaware y el Uniform Commercial Code (UCC)*: Es una ley que regula las transacciones comerciales, incluyendo las ventas, los arrendamientos, los instrumentos negociables y las garantías. Delaware ha modificado su UCC para permitir la creación y el registro de títulos transferibles electrónicos, basados en cadenas de bloques, que representan la propiedad de bienes muebles. (Uniform Commercial Code, 2015)
- D. *Arizona Ley HB 2417*: Es una ley que establece que las firmas y los registros electrónicos que se aseguran mediante cadenas de bloques tienen el mismo

efecto legal que los que se realizan en papel. También reconoce la validez y la ejecutabilidad de los contratos inteligentes y protege los derechos de propiedad y de uso de la información que se almacena en *blockchain*.

- E. *Wyoming - SF0038. ENROLLED ACT NO. 73*: Es una ley que proporciona el marco legal para la formación y el manejo de las organizaciones autónomas descentralizadas (DAO), que son entidades de responsabilidad limitada que operan mediante contratos inteligentes en cadenas de bloques. Esta ley define los requisitos, los derechos y las responsabilidades de los miembros, los gestores y los proveedores de servicios de las DAO.

Los contratos inteligentes presentan una amplia variedad de formas que reflejan las discusiones generales en torno a ellos. Una clasificación común se basa en el nivel de automatización y formalización entre el código computacional y el lenguaje natural que emplean. En este sentido, diversos grados de formalización han sido identificados, como señala el reporte de la comisión de leyes del parlamento del Reino Unido.

A continuación, exploraremos las características que este informe destaca, el cual se emplea debido a que su interpretación teleológica del fenómeno jurídico de los contratos inteligentes se ciñe en el aspecto de que su orden normativo al ser consuetudinario flexibiliza la existencia de estos sin circunscribirlos en alguna condición a priori, así también por sus características de texto explicativo y didáctico para los legisladores y el público en general ofrece ejemplos y circunstancias de uso concretas en tres rubros que a continuación se muestran:

a) Primer Grado de Automatización: Contrato de lenguaje natural con desenvolvimiento automático mediante código

Este es el contrato del cual utilizando un lenguaje natural en el que las partes establecen obligaciones contractuales son ejecutadas automáticamente por el código computacional. El código en sí mismo no define ninguna obligación contractual, siendo una herramienta empleada por una o ambas partes para la ejecución de las obligaciones. Este tipo de contrato puede ser también referido como un contrato ajeno al escrito de manera natural.

Para ejemplificar lo anterior, imaginemos que dos personas de nombre Ana y Pedro desean establecer un contrato inteligente para la venta de un automóvil. Utilizando un lenguaje natural, las partes acuerdan las siguientes obligaciones contractuales: Ana se compromete a transferir la propiedad del automóvil a Pedro, Pedro se compromete a pagar a Ana una cantidad acordada como precio de venta y ambas partes acuerdan que la entrega física del automóvil se realizará en un lugar y fecha específicos.

Una vez que las obligaciones contractuales se establecen en lenguaje natural, se procede a la creación del contrato inteligente. El código computacional en sí mismo no define las obligaciones contractuales, sino que actúa como una herramienta para la ejecución automática de las mismas.

En este caso, el contrato inteligente puede estar implementado en una cadena de bloques. El código del contrato inteligente contiene la lógica que permite verificar y validar las acciones realizadas por ambas partes. Por ejemplo, el contrato inteligente puede incluir las siguientes funciones, verificación de fondos: El contrato inteligente verifica si Pedro tiene suficientes fondos para pagar el precio de venta acordado; confirmación de entrega: Una vez que Ana entrega físicamente el automóvil a Pedro, el contrato inteligente registra la acción y verifica que se cumpla con la obligación de entrega y la liberación de fondos: Una vez que el contrato inteligente confirma que Pedro ha recibido el automóvil, automáticamente transfiere los fondos acordados a la cuenta de Ana.

En este ejemplo, el contrato inteligente actúa como una herramienta empleada por ambas partes para la ejecución de las obligaciones contractuales establecidas en lenguaje natural. El contrato inteligente garantiza que las acciones se realicen de acuerdo con lo acordado y automatiza el proceso de transferencia de propiedad y pago. Este tipo de contrato se considera ajeno al escrito de manera natural, ya que las obligaciones contractuales se expresan en un lenguaje humano común, y el código computacional se encarga de ejecutar dichas obligaciones de manera automática y confiable, sin depender únicamente de un contrato escrito tradicional.

b) Segundo Grado de Automatización: Contrato híbrido

Un contrato híbrido es un contrato en el cual algunas de las obligaciones contractuales están definidas en lenguaje natural y otros definidos en el código

computacional. Algunas o todas de las obligaciones contractuales tienen un desenvolvimiento automático por el código, se tiene un espectro entre que el contrato híbrido puede ser principalmente escrito en código con algunos términos en lenguaje natural y que el contrato híbrido tenga principalmente lenguaje natural y algunos términos en código computacional. Los términos de lenguaje natural y en código pueden estar escritos, e incorporados; acompañándose del acuerdo con los lenguajes naturales que incluyan comentarios en código computacional.

Un ejemplo de lo anterior, los mismos Ana y Pedro desean establecer un contrato híbrido para el arrendamiento inmobiliario. En este caso, algunas de las obligaciones contractuales se definen en lenguaje natural, mientras que otras se definen en el código computacional.

Ambas partes estipulan obligaciones definidas en lenguaje natural, Ana se compromete a proporcionar a Pedro el acceso a la propiedad de manera exclusiva durante un período determinado; Pedro se compromete a pagar a Ana una cantidad mensual acordada como renta y ambas partes acuerdan que la propiedad debe mantenerse en buenas condiciones y se establecen pautas específicas para el mantenimiento.

Mientras que las obligaciones definidas en código computacional: el contrato híbrido incluye un código que verifica automáticamente el pago mensual de la renta por parte de Pedro, si no se realiza el pago en la fecha acordada, el código puede generar recordatorios automáticos o aplicar sanciones según lo establecido en el contrato; el código puede incluir una función que registra y verifica periódicamente el estado de la propiedad, si se detectan daños significativos o falta de mantenimiento, el contrato puede establecer acciones automáticas, como retener una parte del depósito de garantía de Pedro o programar inspecciones adicionales.

En este ejemplo, el contrato híbrido combina términos definidos en lenguaje natural con elementos de código computacional. Las obligaciones contractuales principales se expresan en lenguaje natural, mientras que ciertas acciones automáticas y verificaciones se implementan a través del código incorporado en el contrato. Los términos de lenguaje natural y el código computacional pueden estar escritos e incorporados en el contrato híbrido. Además, los comentarios en el código pueden proporcionar aclaraciones

adicionales o explicaciones sobre el funcionamiento de las partes definidas en lenguaje computacional.

De esta manera, el contrato híbrido aprovecha la capacidad de ejecución automática del código computacional para garantizar el cumplimiento de ciertas obligaciones y mejorar la eficiencia en la gestión del contrato, al tiempo que mantiene la claridad y comprensión de las obligaciones principales expresadas en lenguaje natural.

c) Tercer Grado de Automatización: Contrato registrado únicamente en código

Este contrato en el cual los términos contractuales son definidos en el código computacional y con desenvolvimiento automático. No existe ninguna versión en lenguaje natural del acuerdo. (Law Commision, 2022)

Imaginemos que Ana y Pedro desean establecer un contrato inteligente para el intercambio de tokens digitales. En este caso, todos los términos contractuales están definidos en el código computacional sin ninguna versión en lenguaje natural del acuerdo. El contrato inteligente se implementa en una cadena de bloques y utiliza un lenguaje de programación específico.

A continuación, se muestra un ejemplo simplificado de cómo se podría definir este contrato:

```
pragma solidity ^0.8.0;

contract IntercambioTokens {
    address public cuentaAna;
    address public cuentaPedro;
    uint256 public cantidadTokensAna;
    uint256 public cantidadTokensPedro;

    constructor(address _cuentaAna, address _cuentaPedro, uint256 _cantidadTokensAna, uint256 _cantidadTokensPedro)
    {
        cuentaAna = _cuentaAna;
        cuentaPedro = _cuentaPedro;
    }
}
```

```

    cantidadTokensAna = _cantidadTokensAna;
    cantidadTokensPedro = _cantidadTokensPedro;
}

function intercambiarTokens() public {
    // Verificar si Ana tiene suficientes tokens para el intercambio
    require(cantidadTokensAna >= cantidadTokensPedro, "Ana no tiene suficientes tokens.");

    // Transferir los tokens de Ana a Pedro
    transferirTokens(cuentaAna, cuentaPedro, cantidadTokensPedro);

    // Transferir los tokens de Pedro a Ana
    transferirTokens(cuentaPedro, cuentaAna, cantidadTokensAna);
}

function transferirTokens(address _cuentaOrigen, address _cuentaDestino, uint256 _cantidad) private {
    // Lógica para transferir los tokens de una cuenta a otra
}
} (ChatGPT, 2024)

```

El código proporcionado está desarrollado en el lenguaje de programación Solidity. Solidity es un lenguaje específicamente diseñado para la creación de contratos inteligentes en la plataforma Ethereum⁹. Se utiliza para escribir el código de las funciones y lógica de los contratos inteligentes que se ejecutarán en la cadena de bloques.

En este ejemplo, el contrato inteligente *IntercambioTokens* se encarga de facilitar el intercambio de tokens digitales entre Ana y Pedro. Todos los términos contractuales, como las direcciones de las cuentas involucradas y las cantidades de tokens a intercambiar, están definidos en el código computacional. Cuando las partes deseen realizar el intercambio, simplemente interactúan con el contrato inteligente utilizando una interfaz específica. Al llamar a la función *intercambiarTokens*, el código computacional se encarga automáticamente de verificar las condiciones y ejecutar el intercambio de los tokens.

⁹ Criptomoneda especializada para transacciones comerciales utilizable en el contexto de los contratos inteligentes.

En este caso, el contrato no tiene una versión en lenguaje natural, ya que todos los términos y acciones se definen y desarrollan automáticamente en el código computacional. Esto permite una ejecución precisa y segura del acuerdo, sin la necesidad de interpretaciones o acuerdos verbales adicionales.

En el siguiente rubro, se analizará la legislación vigente y su capacidad para abarcar y regular adecuadamente los Contratos inteligentes, así como las posibles lagunas legales que podrían surgir. Además, se explorarán los criterios jurisprudenciales y las posturas adoptadas por las autoridades mexicanas respecto a la validez, eficacia y ejecución de los Contratos inteligentes, a fin de proporcionar un panorama completo de cómo se están tratando estos contratos digitales en el marco legal de México.

III Los Contratos inteligentes en el contexto del derecho mexicano

Sobre este capítulo empleando la pirámide kelseniana que se emplean en los contextos educativos para explicar la jerarquía normativa, observamos que el tráfico mercantil se encuentra regulado en el artículo 27 constitucional que de igual forma enmarca a los sectores social, público y privado de la economía que confluyen en sus actos jurídicos en la operación del régimen económico del país, del cual la nación en todo momento impone limitantes para la explotación de los recursos justificada desde la propiedad originaria, y que el poder ejecutivo administra.

Ahora bien, la Constitución da la facultad al poder legislativo materializado en el Honorable Congreso de la Unión a legislar en materia de comercio y otras leyes de carácter financiero, como lo instituye el artículo 73 fracción X del citado orden máximo del país. Por lo que hace, a las controversias de orden civil o mercantil el artículo 104 de la Constitución otorga la facultad de jurisdicción al poder judicial.

Es importante recalcar y hacer una exploración legal de lo que dispone el artículo 133 de la Constitución Federal ya que el mismo señala que las leyes del Congreso de la Unión que emanen de ella y todos los tratados que estén de acuerdo con la misma, celebrados y que se celebren por el Presidente de la República, con aprobación del

Senado, serán la Ley Suprema de toda la Unión. (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 2024).

Sobre este texto legal podemos reflexionar bastante sobre su aplicación en los derechos humanos, e inclusive suscitó hace años reflexiones sobre si los tratados internacionales estaban a la par o arriba jerárquicamente a la Constitución, sin embargo la doctrina y el consenso jurídico de la Suprema Corte de Justicia de la Nación termino por dejar establecido una teoría monista nacionalista, como lo señala Trejo (2006), pero la reflexión continua existiendo un amplio marco normativo en materia financiera internacional que a pesar de su carácter de recomendaciones, verbigracia, el *Grupo de Acción Financiera Internacional* GAFI, que terminan permeando en la legislación nacional y que al ser parte del consenso internacional como se ha abordado en anteriores capítulos otorgan leyes modelo y las bases para la interpretación en el contexto internacional, usando al GAFI, observamos que México, al ser parte de dicho organismo como país miembro que tiene representantes sobre todo de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, tiene cierta intervención en la emisión de las recomendaciones que adoptará en un futuro y en particular se observa en la Guía para la Regulación ALA/CFT de Activos Virtuales y Proveedores de Servicios de Activos Virtuales en la Región de GAFILAT, una intención por regular a los proveedores de servicios de activos virtuales cuando estos empleen contratos inteligentes.

Aterrizados en el contexto local del cual aborda el presente capítulo nuestro marco legislativo al respecto se secciona para efectos didácticos pero al final de cuentas en este ámbito de la teoría monista, al final se aplica supletoriamente; por lo que como leyes primarias se tiene al Código Civil Federal, legislado por el Congreso de la Unión y al Código de Comercio, de igual forma legislado por el Congreso de la Unión, pero tiene una ley de comercio que también se involucra la cual es la Ley General de Títulos y Operaciones de Crédito.

De esta última, su supletoriedad esta señalada en su artículo segundo, que reza:

Artículo 2. Los actos y las operaciones a que se refiere el artículo anterior, se rigen:

I.- Por lo dispuesto en esta Ley, y en las demás leyes especiales, relativas; en su defecto,

II.- Por la Legislación Mercantil general; en su defecto,

III.- Por los usos bancarios y mercantiles y, en defecto de éstos,

IV.- Por el Derecho Común, declarándose aplicable en toda la República, para los fines de esta ley, el Código Civil del Distrito Federal. (Ley General de Títulos y Operaciones de Crédito, 2023)

Siendo su orden las leyes especiales dígame la Ley de Instituciones de Crédito, la Ley de Ahorro y Crédito Popular, la Ley de Seguros y Fianzas, por mencionar algunas; después segundo en orden el Código de Comercio como la Legislación Mercantil general; en el tercer peldaño la ley emplea a los usos bancarios y mercantiles abriendo una laguna legal sujeta a prueba en los procedimientos jurisdiccionales del cual es preferible evitar y ceñirse con lo dispuesto en los siguientes dispositivos en lista, esto debido a que esta consideración que si bien amplía la posibilidad a arbitrariedades sobre el régimen de competencia en materia económica que pudiese ser dañinos para el consumidor o bien el usuario de los servicios financieros en esta posición desequilibrada en algunos casos, que puede dar cabida a un debate sobre el abuso del derecho en sí del cual no abordaremos por no ser materia de análisis del presente trabajo y subsecuentemente el Derecho Común, siendo en primera instancia empleado el Código Civil del Distrito Federal, lo cual también resulta anacrónico, ya que al final los Estados debieron tener dicha injerencia en el tráfico de los negocios que en el ámbito de su competencia pudieran haber tenido, pero de igual forma al tener el análisis de carácter ius positivista no nos permite ahondar al respecto.

Nuestra legislación mercantil nacional contempla de igual forma un ámbito de supletoriedad, y del cual es importante resaltar, ya que vuelve a abrir un paradigma para ser empleado en los ámbitos donde encontramos figuras difusas para responder a la realidad del tráfico mercantil, financiero y de los negocios jurídico, como lo es artículo 2, que a la letra dice:

Artículo 2.- A falta de disposiciones de este ordenamiento y las demás leyes mercantiles, serán aplicables a los actos de comercio las del derecho común contenidas en el Código Civil aplicable en materia federal. (Código de Comercio, 2024)

Que en nuestra materia mercantil y de carácter financiero, daría la cabida a la supletoriedad desde nuestro Código Civil Federal, del cual abordaremos los elementos de la manifestación de la voluntad en medios electrónicos a efecto de que puedan ser empleados en contratos, como instituye el artículo 1803 fracción I:

Artículo 1803.- El consentimiento puede ser expreso o tácito, para ello se estará a lo siguiente: I.- Será expreso cuando la voluntad se manifiesta verbalmente, por escrito, por medios electrónicos, ópticos o por cualquier otra tecnología, o por signos inequívocos, y II.- El tácito resultará de hechos o de actos que lo presupongan o que autoricen a presumirlo, excepto en los casos en que por ley o por convenio la voluntad deba manifestarse expresamente. (Código Civil Federal, 2024)

De este dispositivo jurídico, observamos que la voluntad de igual a la forma escrita puede ser manifestada por medios electrónicos, como lo que para el caso nos atañe son los contratos inteligentes, esta tiene un desenvolvimiento completo cuando los medios electrónicos, dígame ordenadores, correos electrónicos¹⁰, cadenas de bloques, o firmas

¹⁰ Existe cierto escepticismo por parte de algunos operadores jurídicos en cuanto a la fiabilidad de la emisión de datos conforme a los correos electrónicos existiendo criterios como del Tercer Tribunal Colegiado en Materia Civil del Primer Circuito que preceptúa: De conformidad con el Código de Comercio se presumirá que un "mensaje de datos", también conocido como "correo electrónico", ha sido enviado por el emisor y, por tanto, el destinatario podrá actuar en consecuencia, cuando haya aplicado en forma adecuada el procedimiento acordado previamente con el emisor, con el fin de establecer que dicho "mensaje" provenía efectivamente de éste. Luego, cuando la ley requiera que la información sea presentada y conservada en su forma original, ese requisito quedará satisfecho cuando exista garantía confiable de que se conservó la integridad de la información, a partir del momento en que se generó por primera vez en su forma definitiva. Para ello, se considerará que el contenido de este tipo de documentos es íntegro, si éste ha permanecido completo e inalterado independientemente de los cambios que hubiere podido sufrir el medio que lo contiene, resultado del proceso de

electrónicas por decir algunos ejemplos, se expresa y las partes contratan derechos y obligaciones para sus negocios jurídicos.

La forma de la manifestación de la voluntad tendrá un requisito *sine qua non* para los documentos en los que la ley exija la forma escrita para el contrato que nos instituye el artículo 1834, que es la firma, mismo dispositivo que señala:

Artículo 1834.- Cuando se exija la forma escrita para el contrato, los documentos relativos deben ser firmados por todas las personas a las cuales se imponga esa obligación. Si alguna de ellas no puede o no sabe firmar, lo hará otra a su ruego y en el documento se imprimirá la huella digital del interesado que no firmó. (Código Civil Federal, 2024)

Por ende, naturalmente es indispensable para el acto de comercio, y en general, la firma, podemos reflexionar que los diversos negocios mercantiles y financieros en sus distintos ámbitos que la firma inclusive a ruego es imprescindible, sin embargo también lo es que de forma verbal o por medios electrónicos puede ser la manifestación de la voluntad mediante la firma empleada como lo señala el siguiente artículo de la ley mexicana:

Artículo 18 Bis 1. Las Entidades sólo otorgarán créditos, préstamos o financiamientos revolventes asociados a una tarjeta previa estimación de la viabilidad de pago por parte de los solicitantes valiéndose para ello de un análisis a partir de información cuantitativa y cualitativa que permita establecer su solvencia

comunicación, archivo o presentación pues el grado de confiabilidad requerido será determinado conforme a los mecanismos establecidos previamente por las partes para lograr los fines para los que se generó la información y de todas las circunstancias relevantes del caso. Por lo que dicho "mensaje" servirá para acreditar una relación comercial entre las partes del juicio. (MENSAJES DE DATOS O CORREOS ELECTRÓNICOS. SON PRUEBAS DOCUMENTALES QUE PUEDEN ACREDITAR LA EXISTENCIA DE UNA RELACIÓN COMERCIAL ENTRE LAS PARTES DEL JUICIO, SIEMPRE QUE CUMPLAN CON LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS EN EL CÓDIGO DE COMERCIO., 2014)

crediticia y capacidad de pago. Las Entidades sólo podrán elevar el límite de crédito en créditos, préstamos o financiamientos revolventes asociados a una tarjeta, a Clientes que tengan un comportamiento de cumplimiento en sus compromisos crediticios, en cuyo caso la Entidad deberá formularle una oferta para elevar el límite de su crédito, préstamo o financiamiento, la cual deberá ser aceptada expresamente por el Cliente en forma verbal, escrita o por medios electrónicos en términos de la legislación aplicable. (Ley para la Transparencia y Ordenamiento de los Servicios Financieros, 2024)¹¹

Este artículo devenido de una ley de naturaleza financiera también señala como manifestación de la voluntad el carácter verbal o por medios electrónicos que distingue, sin embargo, el Código de Comercio de manera autónoma aborda lo siguiente:

Artículo 93.- Cuando la ley exija la forma escrita para los actos, convenios o contratos, este supuesto se tendrá por cumplido tratándose de Mensaje de Datos, siempre que la información en él contenida se mantenga íntegra y sea accesible para su ulterior consulta, sin importar el formato en el que se encuentre o represente. Cuando adicionalmente la ley exija la firma de las partes, dicho requisito se tendrá por cumplido tratándose de Mensaje de Datos, siempre que éste sea atribuible a dichas partes. En los casos en que la ley establezca como requisito que un acto jurídico deba otorgarse en instrumento ante fedatario público, éste y las partes obligadas podrán, a través de Mensajes de Datos, expresar los términos exactos en que las partes han decidido obligarse, en cuyo caso el fedatario público deberá hacer constar en el propio instrumento los elementos a través de los cuales se atribuyen dichos mensajes a las partes y conservar bajo su resguardo una versión íntegra de los mismos para su ulterior consulta, otorgando dicho instrumento de conformidad con la legislación aplicable que lo rige. (Código de Comercio, 2024)

En este texto legal también añade al Mensaje de Datos, e incluye faculta a los fedatarios públicos a otorgar instrumentos con el mismo valor como requisito de forma a

¹¹ Artículo adicionado en Diario Oficial de la Federación en fecha veinticinco de junio del dos mil nueve.

la firma autógrafa de las partes contratantes. Así también el artículo el artículo 1834 bis del Código Civil Federal, que reza:

Artículo 1834 bis.- Los supuestos previstos por el artículo anterior se tendrán por cumplidos mediante la utilización de medios electrónicos, ópticos o de cualquier otra tecnología, siempre que la información generada o comunicada en forma íntegra, a través de dichos medios sea atribuible a las personas obligadas y accesible para su ulterior consulta. En los casos en que la ley establezca como requisito que un acto jurídico deba otorgarse en instrumento ante fedatario público, éste y las partes obligadas podrán generar, enviar, recibir, archivar o comunicar la información que contenga los términos exactos en que las partes han decidido obligarse, mediante la utilización de medios electrónicos, ópticos o de cualquier otra tecnología, en cuyo caso el fedatario público, deberá hacer constar en el propio instrumento los elementos a través de los cuales se atribuye dicha información a las partes y conservar bajo su resguardo una versión íntegra de la misma para su ulterior consulta, otorgando dicho instrumento de conformidad con la legislación aplicable que lo rige.

No obstante lo anterior, se me solicita hablar de la firma electrónica avanzada sin embargo, el mensaje de datos como observamos basta como elemento de forma a la contratación con medios electrónicos, y sobre el contrato inteligente permite vislumbrar ciertas características técnicas del cual emplea, pero la Legislación Común, tanto mercantil como civil, insistiendo en esta teoría monista, da también la posibilidad a instituir la Firma Electrónica Avanzada del cual requiere a un tercero que permita certificar, como prestador de servicios de certificación, sin embargo el contrato inteligente trata de impulsar la desintermediación financiera, y emprender la reducción de costos de los servicios derivados de terceros que asisten a la contratación en el negocio jurídico que nos atañe.

Tratar de ceñir el contrato inteligente en el sistema jurídico mexicano nos proporciona una gran área de oportunidad puesto que contrario a la primera intención de considerar como una figura jurídica ajena al sistema jurídico mexicano importada de otro sistema jurídico contemporáneo o bien del consenso internacional, puesto que en muchas ocasiones las nuevas figuras que han aparecido en el mundo jurídico y que han

sido adoptadas por el sistema jurídico mexicano han requerido de leyes modelo propuestas por organismos internacionales, por ejemplo, la *Ley de Extinción de Dominio* o las relativas al uso de datos personales.

En el caso que nos atañe podemos circunscribir al contrato inteligente en el terreno de la propiedad intelectual más atinado en el rubro de los Programas de Computación de acuerdo a la *Ley Federal de Derecho de Autor* (LFDA), ya que como lo establece su artículo 101 se entenderá por programa de computación la expresión en cualquier forma lenguaje o código, de un conjunto de instrucciones que, con una secuencia, estructura y organización determinada, tiene como propósito que una computadora o dispositivo realice una tarea o función específica.

Siendo que su desenvolvimiento como obra de un programador o especialista en esta clase de programas de computación que estipulo obligaciones ya sea en los tres estadios previamente explicados de su formalización, en código puro o lenguaje natural, tendrá el mismo que el de una obra literaria de acuerdo con el 102 de la LFDA.

Por lo que una obra literaria no tiene el destino ni la posibilidad de estipular obligaciones, siendo ello que, en el mejor de los casos, pudiese ser una obra literaria una declaración unilateral de la voluntad de la cual el autor del contrato inteligente, en el que de acuerdo con el artículo 1868 del CCF se realice dentro del código expresado en lenguaje natural estipulaciones hechas a favor de los terceros contratantes y se perfeccionaría hasta realizarse el contrato.

No obstante lo anterior, deberá existir una cesión de los derechos patrimoniales sobre el contrato inteligente, ya que las partes son las únicas que detentan la titularidad del contrato, con la peculiaridad de que la reproducción del contrato inteligente estaría ceñida únicamente en cuanto a su representación en lenguaje natural de acuerdo con las Leyes aplicables, por ejemplo, es de explorado derecho que terceros pueden solicitar copias certificadas o simples de los contratos ante las oficinas registrales. Por ende, el contrato inteligente deberá contar con una representación física en lenguaje natural para ser valido en el derecho mexicano.

También sobre el particular, algunas normas que de igual forma pudieran tener un aplicación al contrato inteligente son las siguientes:

- A. Norma Oficial Mexicana 151-SCFI-2016108: Esta norma establece los lineamientos y requisitos que deben cumplir los proveedores de bienes o servicios que realicen transacciones comerciales mediante medios electrónicos, para garantizar la seguridad y confianza de los consumidores en dichas transacciones. Se enfoca en aspectos como la protección de datos personales, la seguridad de las transacciones y la verificación de identidad.
- B. El capítulo VIII bis de la Ley Federal de Protección al Consumidor: Este capítulo de la Ley se centra en regular las transacciones comerciales realizadas a través de medios digitales, con el objetivo de proteger los derechos de los consumidores en este ámbito. Establece disposiciones relacionadas con la información que deben proporcionar los proveedores, los derechos de los consumidores en caso de transacciones electrónicas y las medidas de seguridad que deben implementarse para proteger a los usuarios.
- C. Ley para Regular a las Instituciones de Tecnología Financiera: Esta ley regula las actividades realizadas por las Instituciones de Tecnología Financiera en México, como bien son las Instituciones de Financiamiento Colectivo, las Instituciones de Fondos de Pago Electrónico y otras que se encuentren en *sandbox*¹² regulatorio. Entre otros aspectos, establece que el Banco de México es la autoridad encargada de otorgar autorización para la emisión y operación de activos virtuales¹³, como

¹² Un *sandbox* regulatorio es un entorno controlado y limitado establecido por las autoridades regulatorias, generalmente en el sector financiero, donde las empresas pueden probar nuevas tecnologías, productos o servicios bajo supervisión regulatoria. Estos entornos permiten a las empresas innovar y experimentar en un ambiente seguro, con ciertas exenciones o flexibilidades regulatorias temporales, mientras se garantiza la protección de los consumidores y la integridad del sistema financiero.

¹³ Comentaba un sinodal en la revisión de la tesis que fue efectuada el cuatro de junio del dos mil veinticuatro, que en México no operan los activos virtuales, incluso calificándolos de alto riesgo y no se regulan sin embargo al contrastar notas periodísticas encontramos citas como que a pesar de que el uso de activos virtuales todavía no es común en México, se estima que el tamaño del mercado es de 800,000 usuarios que ya

criptomonedas. Además, la ley contempla disposiciones para promover la innovación financiera, proteger a los usuarios y prevenir actividades ilícitas en el sector.

- D. La circular 4/2019 del Banco de México: Esta circular emitida por el Banco de México proporciona orientación y reglas específicas para regular las operaciones relacionadas con activos virtuales, como criptomonedas, en el sistema financiero mexicano. Establece requisitos y procedimientos para las instituciones financieras que deseen realizar operaciones con estos activos, con el fin de promover la transparencia, seguridad y legalidad en dicho mercado.

Habida cuenta de la necesidad de que el Contrato inteligente como programa informático protegido por la LFDA, es que el Contrato inteligente tiene como propósito esencial que lo pactado entre las partes de un contrato se va a ejecutar hasta que las condiciones establecidas se cumplan en aras de garantizar plenamente los derechos de las partes, esto es, que prácticamente se le otorga un carácter vinculante (García, 2019); y posee cuatro características especiales de acuerdo con Carlos Górriz:

- 1) Es un programa informático;
- 2) Está basado en la cadena de bloques, como una red global de registro, cla y autenticación invulnerable;
- 3) Se autoejecuta; y
- 4) En la ejecución del contrato no intervienen las partes. (Gorriz, 2017)

Ante las presentes características del Contrato inteligente, contraviene lo dispuesto en los artículos 1793 del *Código Civil Federal*, que señala que los convenios que producen o transfieren las obligaciones y derechos, toman el nombre de contratos; por lo que un Contrato inteligente como un programa informático deberá tener aparejado un contrato de acuerdo a las formalidades legales para su existencia, esto significa que deberá estar conforme al artículo 1794 del CCF (*Código Civil Federal*) que requiere de

han adoptado este tipo de valores. (Gutiérrez, 2019). Así también como esta, ha aumentado su posición relativa en el uso de activos virtuales, al grado que ya se ubica dentro de la lista de los 20 países que más utilizan este tipo de instrumentos financieros. (Carbajal, 2024)

consentimiento y objeto que pueda ser materia del contrato, sin ello el contrato será inexistente.

De igual forma, es incipiente el uso de sistemas basados en la cadena de bloques, no existiendo ningún tipo de regulación que permita el uso de tecnologías de cadenas de bloque en los contratos para su uso en territorio nacional siendo que, para efectos de registro, contrastación y autenticación de los contratos en México, existen instituciones como lo son la correduría, notaría o mediación pública, que requiere de un tercero para dicho fin.

En cuanto a la auto ejecución, es un concepto de derecho anglosajón que en la mayoría de los textos de autores de derecho romano-germánico han transliterado erróneamente del concepto jurídico anglosajón *autoexecutable*, siendo más atinado para nuestro caso el cumplimiento de las obligaciones del contrato y que al respecto se tiene un vasto campo establecido en el título cuarto de los efectos de las obligaciones en el *Código Civil Federal*, y que en cuyo caso, se estipulen cláusulas con el propósito del cumplimiento de las obligaciones; más cuando trate de cosas futuras, tal como lo señala el artículo 1825 del CCF.

Sin embargo, existe un elemento que no logramos satisfacer con los alcances del derecho mexicano siendo que la ausencia de intervención de las partes es una cuestión imposible en el derecho mexicano, puesto que por más que la voluntad de las partes sea expresada para liberarse de las obligaciones que estipule el contrato, siempre deberá persistir una función acreedora y una deudora que recaiga sobre cierta persona jurídica. La posibilidad de que el contrato inteligente no requiera a la acreedora y o la deudora radicará en que ambas partes de la relación jurídica deleguen a un tercero la materialización del objeto del contrato inteligente, quien en ejercicio del mandato realice los fines estipulados y que goce de tanto la libertad contractual como de la responsabilidad frente a malos funcionamientos del contrato inteligente, ya que como toda nueva tecnología conlleva riesgos, como el sucedido en 2017, en el que la Fintech canadiense QuadrigaCX reportó un error de programación en un contrato inteligente que costó la pérdida de catorce millones de dólares. (Steptoe & Johnson LLP, 2017)

En el siguiente apartado, se reflexionará la problemática, las implicaciones legales y las oportunidades que los contratos inteligentes brindan al ámbito jurídico del país.

Además, se examinará cómo la implementación de los Contratos inteligentes en los contratos de fideicomiso podría mejorar la eficiencia, transparencia y seguridad en la administración de los fideicomisos, así como el cumplimiento de las obligaciones contractuales entre las partes involucradas.

Capítulo II. Problemática de los Contratos inteligentes

El capítulo II de esta investigación, titulado "Problemática de los Contratos inteligentes", se adentra en diversos subtemas que plantean desafíos y consideraciones importantes en relación con los contratos inteligentes. En primer lugar, se abordará la problemática de la seguridad computacional de los contratos inteligentes, examinando los riesgos y las vulnerabilidades asociadas con su implementación y ejecución en entornos digitales. A continuación, se analizará la seguridad jurídica de los contratos inteligentes, utilizando como referencia la tesis tridimensional del derecho de Miguel Reale para evaluar cómo se ajustan y cumplen los requisitos legales en términos de validez, eficacia y legitimidad. Además, se explorará la posibilidad de utilizar el contrato inteligente como una modalidad del contrato de fideicomiso, reflexionando sobre las implicaciones legales y las ventajas potenciales de esta combinación en el ámbito jurídico. A través de estos subtemas interrelacionados, se busca profundizar en la problemática inherente a los contratos inteligentes, considerando tanto aspectos tecnológicos como jurídicos, y sentando las bases para el análisis crítico que se llevará a cabo en los siguientes capítulos de la tesis.

I Seguridad Computacional de los Contratos inteligentes

Es importante hacer una aclaración previa sobre la seguridad computacional de los Contratos inteligentes, ya que si bien resultan disruptivos en la manera que se realizan transacciones y establecen acuerdos en el ámbito jurídico, estos son perfectibles y con el avance de la programación y del poder computacional, estos mejoran y cambian, no obstante ello podemos hacer algunas conjeturas básicas respecto a la seguridad computacional que ofrecen los Contratos inteligentes en el entorno legal mexicano, usando de base lo expuesto por Adi Shamir en la Conferencia Internacional sobre Criptografía Financiera y Seguridad de la Información del 2022, las cuales podemos enlistar al menos cinco; los *bugs* o errores informáticos y vulnerabilidades, ataques de reentrancia, oráculos manipulados, y por último y no menos importante y atendiendo problemas de escalabilidad puesto que las condiciones materiales que imperan en

México hacen ver la carencia de servicios tecnológicos y de telecomunicaciones en el país, los cuales abordaremos en el siguiente apartado:

A) Bugs o errores informáticos y vulnerabilidades

Un bug, es el termino empleado en el argot computacional para definir a los errores o defectos de un programa o del ordenador (Hernandez, 2018), verbigracia de estos tenemos el incidente del año 2000, también conocido como el Y2K, un defecto que existe en millones de programas informáticos en todo el mundo que provocó un manejo erróneo de la información de la fecha (es decir, día, mes y año) si no se corrige, el efecto de la falla Y2K en los sistemas informáticos no es fácilmente predecible. Puede hacer que una computadora se detenga de golpe, puede hacer que la computadora genere resultados obviamente incorrectos o, alternativamente, podría permitir que la computadora produzca datos no válidos que no se detectarán hasta mucho más tarde, lo que obligaría a los usuarios a corregir una serie de errores acumulados mientras buscan la fuente del problema (Senado de los Estados Unidos de América, 2000).

Estos errores nos deja expuestos a riesgos de carácter sistémico ya sea por su arquitectura o por las condiciones críticas en las que operan, y los contratos inteligentes no son la excepción, más aún cuando estos tienden a operar relaciones comerciales en las que las transacciones al efectuarse en milésimas de segundo y ejecutarse de acuerdo con ciertas instrucciones, pueden ser objeto de ataques que aprovechen vulnerabilidades o bien estos per se tengan ciertos bugs o errores informáticos que el desarrollador hasta el momento del lanzamiento de la plataforma que albergue o bien el propio código no le hayan sido descubiertos, condiciones que pueden gozar de redundancias operativas y que con los parches necesarios sobre el propio producto informático pueden corregirse.

Es el caso, que el aprovechamiento de las vulnerabilidades en la arquitectura de los *Contratos inteligentes* ha tenido lugar, como sucedió con al emprendimiento alemán Slock.it que fue responsable del lanzamiento de *The Dao*, una plataforma de pagos instantáneos que funcionaba con intermediario de operaciones para la compra de activos virtuales con tarjetas de crédito convencionales, el diecisiete de junio del dos mil diecisiete, cuando un *hacker* explotó una vulnerabilidad del *contrato inteligente* del

proyecto, que le permitió hacer un traspaso entre la cuenta del intermediario a una cuenta desconocida del activo virtual *Ethereum* valuado en diez mil millones de dólares americanos. Operativamente la *Fintech* como intermediario de los activos, tuvo que intervenir la arquitectura de su sistema cuyo principio era la inmutabilidad para invalidar las transacciones efectuadas, lo cual desacreditó el uso *The Dao* y dañó la reputación de este.

Así también, *Zhang et al* (2023), concluyó que tras haber estudiado 516 errores y vulnerabilidad de seguridad de contratos inteligentes, encontró al menos 15 vulnerabilidades críticas desde el día de su operación hasta en los tres meses de operación lo que podría haber puesto en riesgo fondos por un valor de \$22.52 millones de dólares de ser explotadas.

B) Ataques de Reentrada

Un ataque de reentrancia, conocido en inglés como *re-entrancy*, es una vulnerabilidad que permite a un atacante retirar fondos repetidamente antes de que el contrato original pueda actualizar su estado. La reentrancia ocurre cuando una función externa es llamada y, antes de que esta función complete su ejecución, vuelve a invocar la función que la llamó. (Diario Bitcoin, 2023) Para el caso, hace unos meses aconteció que la plataforma social *Stars Arena*¹⁴, la vulnerabilidad de reentrada existía en el código que administraba los "recursos compartidos" a los usuarios. En teoría, estas acciones deberían venderse a una cantidad determinada. Debido a la vulnerabilidad de reentrada en el código del contrato, los atacantes pudieron inflar el precio asociado con una acción, aumentando así el valor de esa acción. Como resultado, pudieron aumentar el precio de una acción a aproximadamente \$ 274 mil dólares. La explotación de esta vulnerabilidad

¹⁴ *Stars Arena* fue una plataforma descentralizada de redes sociales para permitir a los usuarios crear y compartir contenido exclusivo. (Maldonado, 2023) Actualmente no opera en el mercado.

permitió a los atacantes drenar valor del contrato inteligente. En total, pudieron robar un estimado de 2,9 millones de dólares del proyecto. (Rob Bhenke, 2023)

Esta clase de ataques son una clase de vulnerabilidad, la cual merece ser distinguida puesto que ocurre cuando un contrato inteligente el cual está programado para depender de otro contrato inteligente llama o ejecuta repetidamente a otro de manera maliciosa por su autor, en cuyo caso, se basa en la premisa de que el contrato objeto del ataque ejecutará un fragmento del código proporcionado por el atacante explotando así la vulnerabilidad sobre la operatividad del contrato inteligente, ya sea para activar sus propios candados o bien, alterar el contenido y manipular los datos y activos.

Existen algunos patrones de diseño en la propia arquitectura del Contrato inteligente que ayudan a mitigar el riesgo sobre los ataques de reentrantes, como lo son separar las acciones que pueden modificar el estado de ejecución de las instrucciones del contrato, así como limitar la cantidad de operaciones autorizadas por el administrador del contrato, o bien, limitar la cantidad de activos virtuales disponibles, y por último mas no menos importante, realizar pruebas exhaustivas y auditorías de seguridad rigurosas de acuerdo a disposiciones de cumplimiento normativo que los contratantes dispongan para vigilar, identificar y mitigar las posibles vulnerabilidades de reentrantes.

Por su parte, *Zheng* (2023) concluyó en un estudio empírico que tras haber recolectado 230,548 contratos de la plataforma *Etherscan*¹⁵ y seleccionado cinco herramientas bien conocidas o recientes que pueden localizar funciones posiblemente defectuosas con problemas de reentrancia en un contrato, al examinar manualmente 21,212 contratos reentrantes detectados usando estas herramientas se obtuvo 34 contratos con verdaderos positivos con reentrancia y 21,178 contratos falsos positivos sin reentrancia. Los resultados mostraron que las herramientas tiene una tasa

¹⁵ *Etherscan* es un explorador de *blockchain* y plataforma de análisis para la red de *Ethereum*. Permite a los usuarios explorar, buscar y verificar transacciones, direcciones de *Ethereum*, contratos inteligentes y otros datos relacionados con la red de *Ethereum*. También proporciona herramientas para monitorear el estado de la red, analizar la actividad de las direcciones y contratos, y realizar investigaciones sobre transacciones específicas en la cadena de bloques de *Ethereum*.

extremadamente alta de falsos positivos de mas del 99.8% y que las herramientas solo pueden detectar reentrancia relacionada con el comando *call.value()*. En dicho estudio sugieren a los investigadores a centrarse en descubrir y detectar nuevas cuestiones de reentrancia a pesar de los patrones clásico y simples relacionados con el comando *call.value()*.

C) Oráculos manipulados

Los oráculos son fuentes de datos (normalmente servicios de terceros que facilitan a los contratos inteligentes acceder a datos fuera de la cadena de bloques donde operan (Martín, 2022), que pueden ser desde un portal de noticias o bien indicadores gubernamentales, es el caso que estas fuentes de información pueden ser vitales e indispensables para la operatividad misma de los *contratos inteligentes* ya que al ser manipulada o bien emitir algún dato erróneo, realicen alguna obligación condicional que detente el código programado del *contrato inteligente* y dañe su integridad y estabilidad por lo que resulta vital que se realicen acciones para mitigar o reducir el riesgo de empleo de oráculos como fuentes externas de información, por ejemplo: los oráculos pueden verse comprometidos por actores del mercado o bien internos, que malintencionadamente o no incluyan valores sobre los precios, información del tiempo o resultados de eventos financieros o cualquier otro tipo de datos, de igual forma pueden verse falsificados, siendo suplantadas dichas fuentes de información por otras que haciéndose pasar por fuentes confiables dañen la operatividad sistémica del *contrato inteligente*, y de igual forma pueden dichos oráculos ser objeto de ataques de redireccionamiento, los cuales consisten en redirigir del oráculo legítimo a un oráculo manipulado bajo control del atacante y así afectar las decisiones o bien las instrucciones a ejecutar.

Este riesgo supone una amenaza importante para los contratos inteligentes ya que puede llegar a vulnerar la integridad de la información empleada, incluso traspasando las condiciones de verificabilidad que se le impone a la información, traducándose en toma de decisiones y ejecución de instrucciones erróneas que pueden provocar pérdidas financieras o violaciones de seguridad, para lo cual el empleo de múltiples oráculos, la

verificación intrínseca de la información obtenida por el operador del contrato inteligente o bien por el mismo contrato inteligente y sobre todo disposiciones de cumplimiento normativo de las partes contratantes coadyuvan a mitigar el riesgo que supone un oráculo manipulado.

Si bien, al momento de la redacción del presente trabajo no fue posible encontrar estadística relacionada, instituciones internacionales como el Banco de Pagos Internacionales han emitido boletines con la siguiente conclusión:

Los contratos inteligentes en *DeFi*¹⁶ dependen de la correcta reportación de eventos del mundo real para funcionar correctamente. El problema del oráculo plantea el desafío de incorporar información real del mundo de manera confiable en las aplicaciones *DeFi* mientras se mantienen los principios fundamentales de descentralización: la falta de confianza y la ausencia de un único punto de falla. Lograr estos principios fundamentales de descentralización tiene dos implicaciones principales. Primero, introduce ineficiencias inherentes debido al mecanismo de consenso descentralizado. Segundo, subraya una notable limitación de *DeFi*, que requiere sacrificar la confianza en las intenciones (ya sean individuos o instituciones justos y éticos) que no pueden ser completamente capturadas por los protocolos de consenso. Esto restringe el alcance de *DeFi* a comunidades que estén dispuestas a confiar únicamente en la competencia. Una forma alternativa de lograr el mismo objetivo de aprovechar los beneficios tecnológicos de plataformas programables,

¹⁶ *DeFi*, o Finanzas Descentralizadas, se refiere a un conjunto de servicios financieros y aplicaciones construidas sobre tecnologías *blockchain* y contratos inteligentes, como *Ethereum*. En lugar de depender de intermediarios financieros tradicionales como bancos o corredores, *DeFi* utiliza contratos inteligentes y protocolos descentralizados para permitir transacciones financieras directas entre pares (*peer-to-peer*) de manera automatizada y transparente. Estos servicios incluyen préstamos, intercambios, derivados, ahorros y más, todos operando sin la necesidad de una autoridad centralizada. La promesa de *DeFi* radica en su capacidad para democratizar el acceso a servicios financieros, eliminar barreras, reducir costos y aumentar la transparencia en el sistema financiero.

que sean adecuadas para su propósito, es construir sobre un sistema centralizado cuyo fundamento sea la confianza. (Duley, 2023)

D) Problemas de escalabilidad

Se entiende por escalabilidad¹⁷ a la capacidad de adaptación y respuesta de un sistema con respecto al rendimiento de este a medida que aumentan de forma significativa el número de usuarios de este. (Junta de Andalucía , 2023) Concretamente, la escalabilidad hace referencia a la cantidad de transacciones que la red puede procesar.

En un sistema legal donde los Contratos inteligentes se conviertan en un estándar, las redes de cadena de bloques tienen desafíos relevantes que deben asumir tanto en su arquitectura como funcionamiento, puesto que las operaciones financieras deben gozar de la robustez necesaria para albergar miles de operaciones por segundo, y que sean lo suficientemente sólidas para operar en toda condición, más aún cuando en México la calidad de servicio de los servicios de telecomunicaciones es variable y para el lector que desee profundizar, el Instituto Federal de Telecomunicaciones tiene una basta lectura de su calidad del acceso a internet.

Enfrentándose así los operadores jurídicos a un entorno adverso, sobre todo cuando se habla en términos de la congestión de la red, puesto que la alta demanda de las transacciones en una red de cadenas de bloques puede ocasionar demoras significativas en una ejecución oportuna y eficiente de los contratos inteligentes más aun cuando se requieren de la validación de las transacciones.

Por otro lado, hay necesidades sociales tanto de inclusión y profundización financiera que hasta el momento no han tenido una solución de lleno en el país, siendo que el fin último del intermediario financiero debe constituir la optimización y el uso más eficiente de los recursos monetarios, en muchos casos deja a desear en el inconsciente colectivo e incluso algunas cicatrices de los movimientos por la protección de los

¹⁷ Devenido del anglicismo *scalability* cuyo término el diccionario de la Universidad de Cambridge lo define como la capacidad de un negocio o sistema a crecer.

intereses de los deudores, como el Barzón, siguen abiertas en la actualidad con una desconfianza generalizada en los sectores a los que los intermediarios financieros no han logrado permear, situación que podrá representar un obstáculo al momento de plantearse la escalabilidad de los contratos inteligentes, por la distancia emocional y humana que existe con un frío algoritmo computacional, y que puede en un momento afectar cuestiones de relación entre el usuario contratante y los programas a manera de contrato inteligente, actuando de una manera no deseada o no prevista, alterando así el fin o contenido del contrato inteligente.

También otro problema de escalabilidad es que, en el contexto social mexicano, el acceso a internet como lo hemos mencionado no es equilibrado ni de calidad en todo el espacio geográfico siendo que requiere de mejoras sustanciales que garanticen un acceso equilibrado y ajustado para que de acuerdo con los objetivos de desarrollo sostenible nadie se quede atrás en la digitalización contractual.

Al respecto se carece de estudios en el contexto nacional, sin embargo en el vecino del norte el investigador de Instituto Nacional de Estudios Económicos de Estados Unidos, *Cong* (2023) encontró:

Descubrimos que el cambio de política disminuye el costo operativo en un 76% mientras aumenta moderadamente la precisión de la alimentación de datos. El mercado también se vuelve más descentralizado en términos de una menor concentración de mercado y un mayor número de proveedores de servicios participantes en cada tarea. La mayor precisión de la alimentación de datos está explicada por el aumento en el número de proveedores de servicios bajo el método de agregación fuera de la cadena, resaltando el papel potencial de la descentralización en la seguridad de la red y la integridad de los datos. Estimamos un ahorro anual de \$260 millones debido a la solución de escalado en la red focal. Nuestros resultados informan sobre la efectividad de las soluciones de escalado

fuera de la cadena de *Layer2*¹⁸ en entornos generales donde las salidas finales son descentralizadas y se basan en información proporcionada por pares.

Dentro del fascinante mundo de los contratos inteligentes, es relevante abordar el rubro de los retos jurídicos y la seguridad jurídicos que estos contratos inteligentes presentan utilizando de base para su estudio la perspectiva de Miguel Reale y la tesis tridimensional del derecho para el análisis del fenómeno jurídico.

En el siguiente apartado, se examinarán en detalle las cuestiones legales y los desafíos que surgen al implementar y ejecutar los Contratos inteligentes, considerando los principios y fundamentos de la tesis tridimensional del derecho propuesta por Reale. Asimismo, se reflexionará sobre la aplicabilidad de los conceptos de la tesis tridimensional del derecho en el ámbito de los Contratos inteligentes, considerando la dimensión fáctica, axiológica y normativa de estos contratos. A través de este enfoque desde la perspectiva de Miguel Reale, se busca comprender y abordar de manera efectiva los retos jurídicos que acompañan a la implementación y utilización de los Contratos inteligentes en el ámbito legal.

II Seguridad Jurídica de los Contratos inteligentes de cara a su atipicidad normativa desde la tesis tridimensional del Derecho.

La carencia de regulaciones específicas para los Contratos Inteligentes dentro del marco legal mexicano constituye un desafío significativo para su adopción en el ámbito financiero. A pesar de la demostrada confiabilidad y escalabilidad de la tecnología de la cadena de bloques, la ausencia de un marco legal adecuado obstaculiza su implementación segura y completa en el mercado financiero, el marco legal actual no

¹⁸ *Layer 2* es un término que se utiliza en el contexto de *blockchain* y criptomonedas para referirse a soluciones de escalado que operan fuera de la cadena principal de una *blockchain*, como Bitcoin o Ethereum. Estas soluciones buscan aumentar la capacidad de procesamiento y mejorar la eficiencia de las transacciones sin necesidad de modificar directamente el protocolo subyacente de la *blockchain*.

aborda directamente los aspectos legales y normativos de los Contratos inteligentes. Esto deja a los abogados y profesionales del derecho en una situación de tener que aplicar su ingenio y adaptar las disposiciones existentes para emplear estos contratos inteligentes, no obstante ello, la abogacía no se cimienta en la lucidez del ingenio, sino en la rectitud de la conciencia. Ésa es la piedra angular: lo demás, con ser muy interesante, tiene caracteres adjetivos y secundarios. (Ossorio y Gallardo, 2008)

Recurriendo para el análisis en este capítulo a la teoría tridimensional del Derecho propuesta por el jurista brasileño Miguel Reale (1968) que propone un método de análisis para las dimensiones normativas, fácticas y morales del Derecho, por lo que se abordará en las diferentes dimensiones al contrato inteligente como un fenómeno jurídico que rompe el paradigma actual.

Ya que, la teoría tridimensional del derecho proporciona las herramientas necesarias para determinar los elementos que deben estar presentes en la conformación del Derecho de un país. El tridimensionalismo constituye una teoría jurídica que analiza al Derecho desde un punto de vista donde es siempre dialéctico; instituyéndose en una correlación permanente y progresiva entre los tres términos, a efecto de lograr la integración del hecho en valor dando origen a las normas. La verdadera importancia del tridimensionalismo jurídico se funda en el hecho de que observa al Derecho en su dialecticidad permanente, lo cual permite que camine juntamente con la cultura de cada pueblo. (Nava-Cano, 2011)

A) Dimensión Normativa¹⁹

Dicha dimensión se refiere al conjunto de normas y disposiciones legales que regulan una determinada actividad o institución. En el caso de los Contratos inteligentes, la falta de regulación específica en la legislación mexicana crea un vacío normativo que requiere ser abordado, una anomía, que como se ha mencionado en los capítulos que anteceden se logran cubrir con algunos aspectos legales y técnicos que ya se han

¹⁹ Derecho como norma

abordado en la actualidad, sin embargo las lagunas legales o interpretaciones ambiguas pueden existir y propiciar disputas o incumplimientos, dependiendo del alcance específico que las partes contratantes logren insertar en los términos contractuales. Estas situaciones de anomía dificultan la resolución de disputas transfronterizas o la aplicación de leyes extranjeras, sobre todo cuando sea aplicable en el territorio nacional respecto al negocio jurídico que trate. Sin embargo, los alcances de la normatividad civil, mercantil, nacional e internacional como se ha visto tenderán a resolver desafíos significativos en relación con la aplicación y cumplimiento de los contratos inteligentes, por ende el enfoque colaborativo que combine la experiencia legal y técnica para la realización de los contratos inteligentes debe tener como objetivo promover la creación de regulación para dar confianza y seguridad en el uso de estas tecnologías legales.

La ausencia de disposiciones legales específicas para los Contratos inteligentes dificulta su aplicación y generación de certeza jurídica. El derecho mexicano debe avanzar hacia la adecuación normativa de los Contratos inteligentes, considerando los principios fundamentales del orden jurídico, como la autonomía de la voluntad y la protección de los derechos de las partes involucradas. Además, se requiere promover el diálogo y la colaboración entre expertos legales, reguladores y profesionales de la tecnología para desarrollar normas y estándares que fomenten la seguridad y confianza en el uso de los contratos inteligentes.

En este contexto, es posible recurrir a los principios y normas establecidos en la legislación mercantil para abordar algunos aspectos de los Contratos inteligentes. Sin embargo, se requiere una mayor claridad y actualización de las leyes existentes para adaptarlas a las características únicas de los contratos inteligentes y proporcionar un marco legal estable y adecuado para su utilización en el mercado financiero.

Podemos deducir que los contratos inteligentes, de acuerdo con las leyes mercantiles no están prohibidos, ya que al emplearse los principios y supletoriedad de la dimensión moral es posible actualmente su empleo.

A manera de reflexión podría dar luces que la tesis tridimensional del Derecho que aporta Miguel Reale no es la apropiada para el estudio del caso en concreto sin embargo se debe considerar que esta perspectiva integral aborda los aspectos sociales, axiológicos y normativos, facilita la identificación de los medidas para nuestra prospectiva

puesto que es útil para comprender la complejidad legal y social que rodea a este fenómeno jurídico disruptivo emergente sobre los negocios jurídicos, al considerar los aspectos sociales, axiológicos y normativos, es decir la realidad fenomenológica.

B) Dimensión Axiológica²⁰

La dimensión axiológica, se encarga de estudiar los valores jurídicos, para los que se afirma que la validez jurídica integra los valores que fundamentan la norma, la eficacia o acatamiento de ésta en el plano de la sociedad, y la vigencia que expresa la actuación de los órganos del Estado que son competentes para darle existencia jurídica (Cárdenas, 2009). En esta dimensión axiológica es posible hablar de bienes jurídicos, que representan la parte operativa de los valores jurídicos debido a que son utilizados a la hora de realizar argumentaciones en diversos escritos, tales como demandas, denuncias, contestación de demandas, entrevistas, peritajes y, en general, en todo acto que involucra la procuración e impartición de justicia (Universidad Nacional Autónoma de México, 2023), invita a reflexionar sobre los valores éticos que deben considerarse en la implementación y aplicación de los Contratos inteligentes. Los principios de equidad, justicia, privacidad y responsabilidad son solo algunos ejemplos de los valores morales que deben ser considerados al utilizar esta tecnología. Al abordar los Contratos inteligentes desde una perspectiva moral, se busca asegurar que su implementación respete los principios éticos fundamentales y contribuya al bienestar y desarrollo de la sociedad. Toda ley dimana de ciertos valores que tiene la Ley para brindar certidumbre de su aplicación, las leyes mercantiles y financieras no son la excepción, por lo que la adopción de los Contratos inteligentes en el derecho mexicano puede basarse en los principios y supletoriedad de las leyes mercantiles. Estos principios, como la autonomía de la voluntad, la libertad contractual y la eficiencia en las transacciones comerciales, proporcionan una base sólida para fomentar y regular adecuadamente los contratos inteligentes.

²⁰ Derecho como valor.

La autonomía de la voluntad es un principio fundamental en el derecho mercantil, que reconoce la capacidad de las partes para establecer sus propias condiciones contractuales. En el contexto de los Contratos inteligentes, este principio respalda la capacidad de las partes para diseñar y ejecutar contratos de forma automática, utilizando algoritmos y tecnología Blockchain. Se reconoce la importancia de respetar y dar validez a los acuerdos alcanzados mediante esta tecnología, siempre y cuando cumplan con los requisitos legales y éticos establecidos.

Al respecto podemos recoger un valioso criterio jurídico que hace el Tercer Tribunal Colegiado en Materia Civil del Primer Circuito, con número de registro digital 162179 intitulado CONTRATO CONSIGO MISMO. ES UNA FIGURA PERMITIDA POR EL ORDENAMIENTO JURÍDICO, EN RESPETO AL PRINCIPIO DE LA AUTONOMÍA DE LA VOLUNTAD, donde se resuelve que la autocontratación o contrato del representante consigo mismo se refiere a un acto legal en el que una persona celebra un contrato consigo misma, actuando tanto como parte directa como representante de otra persona o de ambas. Este tipo de contrato implica que una de las partes es la misma persona que interviene en su propio nombre y derecho, mientras que la otra parte o partes actúan representadas por esa persona. En general, se permite todo tipo de contratación que no viole la ley ni el orden público, pero existen prohibiciones específicas que deben tenerse en cuenta. (CONTRATO CONSIGO MISMO. ES UNA FIGURA PERMITIDA POR EL ORDENAMIENTO JURÍDICO, EN RESPETO AL PRINCIPIO DE LA AUTONOMÍA DE LA VOLUNTAD., abril)

En este sentido, el criterio jurídico emitido por el Tercer Tribunal Colegiado en Materia Civil del Primer Circuito resulta relevante y del cual, podemos destacar que la contratación y las obligaciones inherentes al Contrato inteligente, que se rigen por su auto ejecución entre las partes contratantes, están directamente relacionadas con el principio de la autonomía de la voluntad. Este principio reconoce la capacidad de las partes para establecer y cumplir sus acuerdos de manera autónoma, siempre y cuando se respeten las disposiciones legales aplicables. De este modo, el criterio jurídico proporciona un sustento sólido para la comprensión y aplicación de los Contratos inteligentes en el marco de la autonomía de la voluntad.

Al igual que el criterio judicial que permite la autocontratación o contrato del representante consigo mismo, los Contratos inteligentes también se basan en la confianza y en la capacidad de una persona para interactuar consigo misma, representando diferentes intereses o patrimonios. La figura de la representación, tanto en el criterio mencionado como en el contexto de los Contratos inteligentes, facilita la relación entre patrimonios diversos, bajo la premisa de que el representante está obligado a actuar de manera fiel y en beneficio de los representados.

Asimismo, la libertad contractual permite a las partes negociar y establecer las condiciones de su contrato de manera flexible. Los Contratos inteligentes ofrecen la posibilidad de establecer reglas y condiciones predefinidas que se ejecutan automáticamente sin necesidad de intermediarios. Este principio respalda la capacidad de las partes para utilizar esta tecnología para agilizar y simplificar las transacciones comerciales.

Únicamente, la libertad contractual se vería limitada por el concepto de orden público, el cual establece restricciones a la autonomía de la voluntad en virtud de los valores fundamentales que el ordenamiento jurídico reconoce y que requieren de una ponderación judicial, como lo menciona el criterio con número de registro digital 162334 intitulado ORDEN PÚBLICO. ES EL LÍMITE A LA LIBERTAD CONTRACTUAL DERIVADO DE LOS VALORES MÁS IMPORTANTES QUE RECOGE EL ORDEN JURÍDICO Y REQUIERE DE LA PONDERACIÓN JUDICIAL, una paráfrasis de dicho criterio nos señala que el orden público y sus componentes son de naturaleza general y dependen del contexto histórico en el que se apliquen. Su definición solo puede ser establecida a través de la actividad judicial, ya que los jueces actúan como mediadores entre la ley y el caso concreto. El caso concreto se refiere a la situación específica que requiere la aplicación de una sanción legal, tomando en cuenta las circunstancias fácticas que lo rodean y que son relevantes para los individuos y el Estado. Los jueces desempeñan el papel de discernir la noción de orden público y su relación con la realidad social, que no es estática, sino que cambia y se adapta a cada caso específico. Esto significa que el ejercicio de las libertades, derechos y posesión de bienes por parte de los miembros de una sociedad no es absoluto, sino que está limitado por la concepción de orden público establecida en las normas básicas de la organización social. Esta limitación garantiza el desarrollo armonioso y general de los individuos, sin menospreciar a nadie,

y cumple con los objetivos del Estado. Estas limitaciones están establecidas en la Constitución y en los principios que la informan, así como en las leyes inferiores que reflejan y concretizan esos principios esenciales de la organización social. Por lo tanto, el orden público establece un límite en el ejercicio y disfrute de los derechos fundamentales de los individuos. Es una restricción genérica establecida por la Constitución, que también se aplica a los derechos y libertades privadas y públicas de otros individuos con los que puedan interactuar. En conclusión, el orden público tiene principalmente un significado jurídico, regulado en la Constitución y que se extiende a los diferentes ámbitos del sistema jurídico, según los criterios literales, históricos y doctrinales. (ORDEN PÚBLICO. ES EL LÍMITE A LA LIBERTAD CONTRACTUAL DERIVADO DE LOS VALORES MÁS IMPORTANTES QUE RECOGE EL ORDEN JURÍDICO Y REQUIERE DE LA PONDERACIÓN JUDICIAL., 2010)

En el contexto de los Contratos inteligentes, el principio de autonomía de la voluntad encuentra su límite en el orden público. Aunque los contratantes gozan de libertad contractual para establecer los términos de su acuerdo, dicha libertad no puede contravenir los valores fundamentales y principios básicos de la organización social, los cuales son objeto de protección por parte de la jurisdicción judicial. Por tanto, en la implementación de los Contratos inteligentes, es necesario considerar el equilibrio entre la libertad contractual y las limitaciones establecidas por el orden público, a fin de asegurar el desarrollo armónico y general de los individuos y los fines del Estado.

Además, la eficiencia en las transacciones comerciales es un objetivo central en el derecho mercantil y financiero. Los Contratos inteligentes pueden contribuir a la eficiencia al automatizar la ejecución y cumplimiento de las obligaciones contractuales, reduciendo la necesidad de intervención humana y los posibles errores asociados. Esto puede agilizar los procesos comerciales, reducir costos y brindar mayor seguridad y confianza en las transacciones.

C) Dimensión Fáctica²¹

La Dimensión fáctica considera al derecho como un acontecimiento social que se despliega en la cotidianidad de las distintas formas comunitarias, en interacción permanente con el resto de los fenómenos (Cabrita, 2020), es decir se refiere a los aspectos empíricos y factuales que influyen en la aplicación y comprensión del Derecho. Esta dimensión reconoce que el Derecho no puede separarse de la realidad social en la que se desenvuelve y que las normas jurídicas deben adaptarse a los hechos y circunstancias concretas.

En el contexto de los Contratos inteligentes, la dimensión fáctica cobra relevancia al considerar las implicaciones prácticas y los efectos concretos de esta tecnología en el ámbito jurídico y social. Los Contratos inteligentes son contratos digitales que se ejecutan automáticamente una vez que se cumplen las condiciones preestablecidas. Esto implica un cambio significativo en la forma en que se llevan a cabo las transacciones y se establecen obligaciones contractuales.

En la dimensión fáctica de los Contratos inteligentes, es importante considerar aspectos como la seguridad informática, la verificación de identidad, la interoperabilidad, la trazabilidad de las transacciones y la protección de los datos personales. Estos elementos tienen un impacto directo en la eficacia y confiabilidad de los Contratos inteligentes.

Además, la dimensión fáctica también se relaciona con la adaptabilidad del Derecho a los avances tecnológicos. La implementación de los Contratos inteligentes plantea desafíos en términos de la regulación legal y la actualización de las normas existentes para abordar adecuadamente las particularidades de esta tecnología. Es necesario evaluar cómo los marcos legales existentes pueden adaptarse a los contratos inteligentes y cómo se pueden solucionar posibles lagunas legales o problemas de jurisdicción.

²¹ Derecho como hecho factual en su doble vertiente: social e histórica.

En la práctica, los Contratos inteligentes tienen el potencial de agilizar y simplificar los procesos contractuales, reducir costos y aumentar la eficiencia en diversas áreas, como el comercio internacional, la logística, las transacciones financieras y la propiedad intelectual. Sin embargo, también plantean desafíos en términos de seguridad cibernética, protección de datos y resolución de conflictos.

Capítulo III. Prospectiva del Contrato inteligente en México

En este capítulo, se abordará la relevancia y repercusiones de los contratos inteligentes en el ámbito legal y financiero actual. Se explorará su uso como una modalidad del contrato de fideicomiso y la interacción entre ambos tipos de contratos. Además, se realizará la propuesta de reforma al Título Segundo, Capítulo V de la Ley General de Títulos y Operaciones de Crédito para adecuar la normativa a las particularidades y desafíos que plantean estos contratos digitales, con base en lo expuesto en los anteriores capítulos.

I Consideraciones sobre la actualidad

Los Contratos inteligentes han encontrado una amplia gama de aplicaciones en diversos sectores en México, transformando la forma en que se llevan a cabo las transacciones y los acuerdos comerciales.

En el ámbito financiero, los contratos inteligentes han revolucionado la emisión y gestión de criptomonedas. Por ejemplo, en México, se han desarrollado proyectos de criptomonedas basados en Contratos inteligentes, como el caso de la plataforma *Bitso*²², *Fintech* regulada bajo el esquema propuesto por la Ley para Regular las Institución de Tecnología Financiera, se comprometió a mostrar en el segundo trimestre los resultados de la prueba que ha trabajado con un equipo de ingeniería completamente dedicado. Los primeros reportes mensuales serán publicados a través de contratos inteligentes en las cadenas de bloques de *ethereum* y cada persona podrá descargar su recibo. (El Economista, 2023)

En el sector inmobiliario, los contratos inteligentes han simplificado y transparentado los procesos de compraventa y registro de propiedades. Por ejemplo, plataformas como *Propy*²³ han implementado Contratos inteligentes para llevar a cabo

²² Nvto Pagos México, S.A.P.I. de C.V., Institución de Fondos de Pago Electrónico

²³ Registrada en los Estados Unidos de América, como *Propy, Inc.*, con operaciones como sociedad extranjera en los Estados Unidos Mexicanos.

transacciones inmobiliarias de forma segura y eficiente. Estos contratos automatizan la transferencia de propiedad una vez se cumplan las condiciones establecidas, como el pago completo del precio de venta y la verificación de la documentación necesaria. Además, la tecnología de cadenas de bloques utilizada en los Contratos inteligentes garantiza la integridad y trazabilidad de los registros de propiedad. Para el funcionamiento de los tres sistemas de *Propy* se utilizan contratos inteligentes de contratos inteligentes de *Ethereum* y se consumen tokens. Con esta plataforma cualquier persona puede comprar o vender bienes inmuebles. *Propy* proporciona métodos de pago en criptomonedas, además de un registro inmutable en cadena de bloques, lo que garantiza que los títulos de propiedad y los derechos de propiedad estarán allí para siempre. (Criptonoticias, 2023)

En el ámbito logístico y de cadena de suministro, los Contratos inteligentes han simplificado la gestión de contratos de transporte y han mejorado la trazabilidad de los productos. Por ejemplo, la cadena de restaurantes *Toks* ha implementado el contrato inteligente como servicio para registrar y rastrear cada grano de café que ha comprado, procesado, empacado y vendido, asegurando la integridad de su cadena de suministro de café y le permite diferenciar mejor los productos que vende. (Cointelegraph, 2020)

Estos ejemplos demuestran cómo los contratos inteligentes están siendo utilizados en sectores clave de México para mejorar la eficiencia, la transparencia y la seguridad de las transacciones comerciales. A medida que la tecnología *Blockchain* y los contratos inteligentes continúen evolucionando, es probable que se desarrollen nuevas aplicaciones en otros sectores, como el sector energético, el sector de seguros y el sector de salud, entre otros. El potencial de los contratos inteligentes en México es prometedor, y su adopción continuará impulsando la transformación digital y la innovación en el ámbito empresarial del país.

II Su uso como modalidad del Contrato de Fideicomiso

Ahora nos adentraremos en una posible solución a este desafío, utilizando el contrato de fideicomiso como base. Los fideicomisos son ampliamente reconocidos como vehículos legales para gestionar activos en beneficio de terceros. Su naturaleza fiduciaria

establece una relación de confianza y obligaciones legales entre las partes involucradas. Este marco fiduciario ofrece una sólida base legal para abordar el uso de contratos inteligentes, ya que los principios fiduciarios, como la lealtad y la diligencia, se alinean con los objetivos de seguridad, transparencia y cumplimiento buscados en los contratos inteligentes.

Uno de los desafíos de los contratos inteligentes es la falta de claridad en los términos y condiciones. Al utilizar un contrato de fideicomiso como base, se pueden establecer cláusulas específicas que regulen el uso de los contratos inteligentes. Esto incluye la descripción detallada de los activos involucrados, las obligaciones de las partes, las condiciones de cumplimiento y los mecanismos de resolución de conflictos. Estas disposiciones brindan claridad y certeza jurídica, evitando ambigüedades que podrían surgir en los contratos inteligentes autónomos.

Los fideicomisos están sujetos a regulaciones y estándares de seguridad establecidos para proteger los activos y los intereses de los beneficiarios. Al implementar contratos inteligentes en el marco de los fideicomisos, se pueden aplicar medidas de seguridad y protección de datos similares. Esto implica la adopción de protocolos criptográficos sólidos, la gestión segura de claves y la implementación de prácticas de privacidad y seguridad robustas para garantizar la confidencialidad e integridad de la información.

Al respecto podemos señalar que dichas prácticas, están veladas por el secreto fiduciario dispuesto en diversos ordenamientos en materia financiera, como lo es para el caso de las Instituciones de Crédito, que del particular podemos observar en el criterio del Cuarto Tribunal Colegiado en Materia Administrativa del Primer Circuito con registro 195946 intitulado SECRETO BANCARIO O FIDUCIARIO. SUPUESTOS EN QUE NO SE DA EL., el cual hace una interpretación precisa de los artículos 117 y 118 en relación con el artículo 46, fracción XV, de la *Ley de Instituciones de Crédito*²⁴, de los cuales se puede entender que la información sobre cualquier tipo de transacción llevada a cabo en una

²⁴ Esta tesis fue publicada en Semanario Judicial de la Federación y su Gaceta, en Julio de 1998, por lo que existe diferencia con los artículos actuales de la Ley que interpreta, sin embargo, el contenido y espíritu continua vigente.

institución de crédito está restringida y solo puede ser solicitada por la autoridad judicial en un proceso legal en el que el titular de la cuenta sea parte. Además, violar el secreto de las operaciones de fideicomiso mencionadas en la *Ley General de Títulos y Operaciones de Crédito* y realizar mandatos y comisiones, incluso en casos legales, que no sean solicitados por el fideicomitente o fideicomisario, comitente o mandante, y que involucren a la institución, puede resultar en responsabilidad civil o penal para dicha institución. (SECRETO BANCARIO O FIDUCIARIO. SUPUESTOS EN QUE NO SE DA EL., 25)

Hemos de destacar la importancia de aplicar medidas de seguridad y protección de datos en el uso de Contratos inteligentes en el marco de los fideicomisos, y se relacionan cómo las normativas financieras, como el secreto bancario o fiduciario, respaldan y refuerzan la confidencialidad de la información en esta área.

A su vez la ejecución de los contratos de fideicomiso en términos de la *Ley General de Operaciones y Títulos de Crédito*, con sus leyes supletorias otorgan mecanismos establecidos para la resolución de conflictos. Al combinar estos mecanismos con los Contratos inteligentes, se puede resolver disputas que puedan surgir en la ejecución de los contratos de manera eficiente y justa. Además de los mecanismos tradicionales, como la designación de fiduciarios y la mediación, se pueden explorar soluciones basadas en tecnología Blockchain, como la resolución de conflictos descentralizada o el uso de oráculos, para garantizar una resolución transparente y eficiente.

Por otro lado, la Comisión Nacional Bancaria y de Valores en ejercicio de sus funciones regulatorias y de supervisión proveen un marco de cumplimiento y colaboración entre las instituciones de gobierno, expertos y reguladores, a fin de desarrollar estándares y mejores prácticas que promuevan un entorno seguro y confiable.

Al combinar los principios fiduciarios con la tecnología de contratos inteligentes, se pueden abordar los desafíos de seguridad, definición de términos, resolución de conflictos, supervisión y divulgación de información. Sin embargo, su implementación adecuada requiere una actualización normativa, así como la colaboración entre actores jurídicos, tecnológicos y reguladores para establecer un entorno legal seguro y confiable para su uso. La integración efectiva de los contratos inteligentes en los fideicomisos puede impulsar la eficiencia y la confianza en las transacciones, abriendo nuevas

oportunidades en el ámbito fiduciario y promoviendo la adopción de tecnologías disruptivas en el campo legal.

III Los Contratos inteligentes y los Contratos de Fideicomiso

Como hemos visto los contratos inteligentes se enfrentan al reto jurídico en México al no contar con una legislación que brinde una tipicidad aplicable para ellos, queda en el ámbito del imaginario y de la aplicación analógica o aproximada de lo que dispone la ley, sobre todo la de carácter civil, esta cuestión deja en un estado de flexibilidad suficiente para que los casos que se le presenten sean en un momento solucionados.

El derecho escrito requiere ser modificado en su parte legislativa para poder adoptar las nuevas situaciones jurídicas que a este se le presenten, no obstante ello, logra antelar ciertas circunstancias que se le llegaren a presentar, ya que la rigidez legal también puede dejar cabida a la interpretación y extensiones diversas, por ende la jurisprudencia que en el caso mexicano, emite la Suprema Corte de Justicia de la Nación funge como criterios vinculantes para los juzgadores de la Federación y para los abogados que requieren de criterios argumentativos.

Ante dicha situación el contrato inteligente para su adopción queda a expensas de las consideraciones legislativas, aunque como se ha reiterado, no se tiene ninguna institución de derecho que logre acogerlos, ni alguna legislación de los Estados integrantes a la Federación que haya propugnado algún texto legal al respecto, ni jurisprudencia nacional; si bien es cierto, los avances legislativos han abordado cuestiones diversas y que se pueden considerar en momentos preparatorios para los avances de la informática, estos han sido impulsados por la Comisión de las Naciones Unidas para el Comercio Internacional, sin que se hayan tocado temas como la creación de alguna ley modelo como en la mayoría de las ocasiones el entorno internacional ofrece a la legislación mexicana, y que deja a México a expensas de los criterios previamente establecidos en dichos foros internacionales.

Nuestra tradición de derecho escrito proveniente del antiguo derecho romano disponía de una variedad de figuras jurídicas que se veían insertas a través de nuestros

cuerpos legislativos, de entre ellas el fideicomiso cuya locución latina era el *fideicommissum* se definía como un acto jurídico de última voluntad expresado bajo la forma de ruego, mediante el cual la persona (fideicomitente) encargaba a otra (fiduciario) tramitar su herencia, una cuota parte de ella o bien determinado de la misma a una tercera persona (fideicomisario). De lo anterior podemos apreciar, que el fideicomiso en el derecho romano era *mortis causa*, por lo que tenía características antieconómicas, puesto que no perseguía ninguna de las partes un lucro mayor, salvo la transmisión de la herencia al fideicomisario. (Gargollo, 2002)

El fideicomiso mexicano tal cual lo conocemos en la actualidad, su fuente real fue la necesidad de hacer valer de los *trust* de derecho anglosajón en el territorio nacional, el cual goza de una tradición centenaria de aplicación y existe una amplia construcción doctrinal respecto a las partes que lo integran. (Flores, s.f.) La creación del fideicomiso mexicano, data de 1925 con la entrada en vigor de la Ley General de Instituciones de Crédito y Establecimientos Bancarios, que marcó una escisión con la figura del fideicomiso romano, de igual forma con el *trust* anglosajón, puesto que instituía entes de derecho privado con una vocación específica, resultando así los Bancos de Fideicomiso, supervisados por un ente de carácter administrativo, no judicial, como lo es la otrora Comisión Nacional Bancaria.

Con la creación y entrada en vigor de la Ley de Títulos y Operaciones de Crédito de 1935, siendo su redacción atribuida al jurista Pablo M. Macedo Velázquez Pizarro, destinado a operaciones de crédito y con la finalidad de que los *trusts* otorgados en los Estados Unidos de América pudieran tener efectos en territorio mexicano, misma ley que articula al fideicomiso como lo conocemos en la actualidad. (Gargollo, 2002)

Su naturaleza jurídica deviene de que responde al negocio fiduciario como un hecho jurídico, cuyas características son la unidad del negocio, la transmisión plena de bienes y derechos y afectación a un fin. Sus elementos integradores son las personas, la materia, los fines y la forma. Las personas que intervienen en el fideicomiso son tres, el fideicomitente, el fiduciario y el fideicomisario. La materia puede ser cualquier clase de bienes que se encuentren dentro del comercio o cualquier clase de derechos que no sean de ejercicio personalísimo y por lo tanto intransmisibles. Los fines del fideicomiso son las actividades jurídicas que realiza el fiduciario, por instrucciones del fideicomitente, a través

del ejercicio obligatorio de los derechos que le transmite dicho fideicomitente. Los elementos formales constituyen la manifestación externa que debe revestir el fideicomiso, sobre todo de acuerdo en escritura pública y conforme al Código de Comercio y la Ley General de Títulos y Operaciones de Crédito. Cabe mencionar que los bienes materia del fideicomiso, se encuentran afectados; lo que no implica transmitir la propiedad de los bienes materia del fideicomiso. (Villagordo, 1977)

El Título Segundo Capítulo V de la Ley General de Títulos y Operaciones de Crédito establece la operatividad legal del fideicomiso en México, siendo que el artículo 381 abre el capítulo con los alcances del fideicomiso, estipulando que en virtud del fideicomiso, el fideicomitente transmite a una institución fiduciaria la propiedad o la titularidad de uno o más bienes o derechos, según sea el caso, para ser destinados a fines lícitos y determinados, encomendado la realización de dichos fines a la propia institución fiduciaria.

Como una cuestión de suma importancia, el artículo 382 párrafo cuarto, señala que las instituciones fiduciarias podrán reunir la calidad de fiduciarias y fideicomisarias únicamente tratándose de fideicomisos que tengan por fin servir como instrumentos de pago a su favor. En este supuesto, las partes deberán convenir los términos y condiciones para dirimir posibles conflictos de intereses, para lo cual podrán nombrar a un ejecutor o instructor, para así determinar el cumplimiento o incumplimiento del contrato para el solo efecto de iniciar el procedimiento de ejecución y cumplir con los fines del fideicomiso; aplicando los bienes afectados al fideicomiso como fuente de pago de obligaciones derivadas de créditos otorgados por la institución. Así también el artículo 385 estipula que solo pueden ser instituciones fiduciarias las expresamente autorizadas para ello conforme a la ley.

Actualmente los notarios, quienes fungen como meros partícipes solemnes en la creación del fideicomiso, critican que es censurable la confusión de obligaciones en el fideicomiso, puesto que el fiduciario puede ser fideicomitente en la relación fiduciaria, obrando como juez y parte en los procedimientos que este disponga, de mismo modo, la fiducia está respondiendo a las deficiencias de la administración de justicia, sobre todo desde el ámbito bancario. Para concluir, señalan que de ser la figura jurídica más

pulcramente tratada; perdió positividad en general, para situarse como una operación meramente al servicio del sector bancario.

Si bien es cierto, el contrato de fideicomiso mexicano estipulado en el artículo 381 de la Ley General de Títulos y Operaciones de Crédito, como el contrato por el cual el fideicomitente transmite a una institución fiduciaria la propiedad o la titularidad de uno o más bienes o derechos, según sea el caso, para ser destinados a fines lícitos y determinados, encomendado la realización de dichos fines a la propia institución fiduciaria, mismo contrato que goza de procedimientos de enajenación extrajudicial cuando este se constituya en garantía, que se asemejan al cumplimiento de obligaciones derivadas de un Contrato inteligente y sobre todo a la propia institución fiduciaria para llevar a cabo las instrucciones que se planteen en el Contrato inteligente sin intervención de las partes, éste tiene ciertos problemas que van desde la asunción de la institución fiduciaria como su formalización distinta a la de escritura pública.

La calidad de institución fiduciaria , de acuerdo con el artículo 385 de la LGTOC (Ley General de Títulos y Operaciones de Crédito), se tiene reservada para ciertas personas jurídicas que gozan de la solvencia moral y económica debido a la autorización conferida para ello por Secretaría de Hacienda y Crédito Público para hacer frente al cumplimiento, ejecución y enajenación extrajudicial del fideicomiso brindando así seguridad y certeza jurídica evitando una actuación dolosa en la que las partes puedan ver sus derechos restringidos o vulnerados y poniendo así en riesgo la estabilidad del mercado y el Estado de Derecho.

En conclusión, utilizando el concepto propuesto en el primer capítulo, del cual se reitera que los contratos inteligentes son protocolos de transacción computacional que ejecutan términos contractuales para satisfacer condiciones entre las partes. Desde una perspectiva amplia, abarcan desde acuerdos automatizables y ejecutables por sistemas informáticos con posible intervención humana hasta mecanismos de ejecución de instrucciones informáticas. Permiten articular, verificar y hacer cumplir acuerdos, ya sea en el ámbito legal, financiero o civil; y contemplan los requisitos de validez y existencia de los contratos, sirviendo como conducto de la manifestación de la voluntad.

En el contexto nacional, este tipo de contrato se basa en un contrato de fideicomiso en lenguaje natural para su ejecución y validez jurídica. Además, se puede recurrir a

instituciones fiduciarias autorizadas por el sistema financiero mexicano para asegurar la solvencia moral y económica, brindando así seguridad y certeza jurídica en el cumplimiento y ejecución de los contratos inteligentes.

Por otro lado, el contrato de fideicomiso estipulado por la Ley General de Títulos y Operaciones de Crédito no autoriza a las instituciones fiduciarias, ni a las partes la estipulación de acuerdo a un programa computacional como lo es Contrato inteligente o bien a algún contrato con características semejantes a la del Contrato inteligente, por lo que el sistema jurídico mexicano se enfrenta a esta inminente disrupción sin los elementos legislativos suficientes para hacer frente, ya que con los que cuenta parcialmente resuelven y no ofrecen certidumbre jurídica a los usuarios de los Contratos inteligentes, por ende, resulta urgente responder a la siguiente pregunta: ¿Cómo es que el sistema jurídico mexicano puede adoptar los Contratos inteligentes, ya sea empleando o no el contrato de fideicomiso?

México, goza de algunas instituciones jurídicas que tienden a la plasticidad y maleabilidad para cada caso particular, pero requieren de ciertas adecuaciones para que estén de acuerdo, en este caso el fideicomiso en materia financiera ha sido de las figuras más socorridas ya que brinda de una certidumbre jurídica sin precedentes puesto que las figuras jurídicas que dependen de su vida jurídica requieren de un tercero confiable que goza de acreditada solvencia.

La legislación que acoja al Contrato inteligente debe ser de derecho financiero ya que como una rama autónoma del Derecho que, en los Estados Unidos Mexicanos, en su bastidad de instituciones ha instituido al contrato de fideicomiso, que por su naturaleza jurídica es catalogado como una operación neutra y se encuentra regulado por la *Ley General de Títulos y Operaciones de Crédito* (LGTOC) goza de una tradición compleja y ha sido preceptuado de acuerdo con la necesidad del mercado para contemplar actos novedosos en el derecho internacional, gozando de una plasticidad en el quehacer diario del comerciante que otras figuras jurídicas carecen.

La institución fiduciaria tiene un papel clave y de suma importancia en la relación fiduciaria puesto que en ejercicio del mandato conferido por las partes podrá ejercer cualquier tipo de mandato en la realización del fin del fideicomiso, y no obstante lo anterior, el artículo 391 de la LGTOC, le otorga plenitud para ejercer toda clase de acción

o gozar de cualquier derecho para el cumplimiento del fideicomiso. Tal es el grado de disposición que goza la institución fiduciaria, que de acuerdo al artículo 403 de la LGTOC, se faculta a convenir en un procedimiento de enajenación extrajudicial, a título oneroso, de los bienes o derechos en fideicomiso por parte de la institución fiduciaria como un mecanismo alternativo de solución de conflictos y que significa que sin necesidad de sentencia o bien decreto judicial o administrativo, al verificarse una causal para la enajenación extrajudicial la institución fiduciaria podrá realizar todo acto para la enajenación de los bienes en fideicomiso, facultad legal que ningún otro contrato del derecho mexicano ya sea de índole mercantil o civil goza

Por lo que dicha Institución de Derecho, ha logrado ser la más flexible y abierta para las necesidades del mercado frente al constante intercambio comercial y financiero en el interior del país como hacia el exterior, predilecta por los grupos financieros y los gobiernos de distintos órdenes de gobierno para instituir con las particulares obligaciones que tienen un desenvolvimiento jurídico de carácter único donde las partes acreedora y deudora principales se encuentran desligadas del cumplimiento del contrato y delegan dicha función a la institución fiduciaria que en la consecución del mandato que le otorgan las partes goza de facultades inclusive de enajenar extrajudicialmente los derechos del cual sea objeto, y dando así certeza y certidumbre jurídica.

De igual forma, es importante brindar al mercado financiero de herramientas novedosas de acuerdo con el impulso de las tecnologías de la información y la comunicación y de acuerdo con la incesante competencia económica global, que insta a los legisladores a facilitar el comercio para lograr una economía más próspera con un marco regulatorio robusto y que establezca el uso de herramientas novedosas como lo es el *Contrato inteligente*.

También la tecnología de cadenas de bloque ha probado ser un elemento clave para combatir la corrupción y el soborno puesto que la ser adoptadas en instituciones públicas reducen la corrupción y el tiempo de preparación y celebración de los contratos, así como permite crear instituciones eficaces y transparentes que rindan cuentas (Public I. Conference P, Neupane W, 2021); por lo que en conjunto con las instituciones ya establecidas que brindan certidumbre y fe pública a los actos jurídicos como lo son la correduría y la notaría públicas coadyuvan al cumplimiento de agendas en materia de

sostenibilidad como lo es la Meta 16.5, y 16.6 de la Agenda 2030; puesto que reducen la corrupción y el soborno en todas sus formas al carecer de una intervención humana, así como desarrollan instituciones efectivas, auditables y transparentes en la conformación de entidades de derecho *sui generis*, como llegan a ser los fideicomisos.

Sin embargo la legislación debe ser reformada para así detonar el extraordinario potencial de nuestro sistema financiero y de sus instituciones a través de la adopción del *Contrato inteligente*, que conllevará en esta investigación un análisis del devenir disruptivo de los *Contratos inteligentes* como un fenómeno jurídico del cual requiere de una reforma al Título Segundo, Capítulo V de la *Ley General de Títulos y Operaciones de Crédito* para la adopción del *Contrato inteligente* dentro del sistema jurídico mexicano, la cual deberá estar de acuerdo a los principios fundamentales del contrato inteligente.

IV Propuesta de reforma al Título Segundo, Capítulo V de la Ley General de Títulos y Operaciones de Crédito

Como resultado de nuestra investigación, se realiza la prospectiva relativa para la adopción en la legislación financiera de los contratos inteligentes, y como se ha hablado en los anteriores capítulos la figura del fideicomiso goza de amplia aplicación en el país y en el sistema financiero mexicano, sobre todo por emplear una figura de acreditada solvencia en las operaciones del negocio fiduciario, por ende el emplearse en las condiciones apropiadas el contrato inteligente.

Al estar el fideicomiso regulado en el Título Segundo, Capítulo V de la Ley General de Títulos de Crédito, resulta pertinente que cualquier reforma sea realizada en dicha sección de este Ley General, para lo que nos conlleva para la adopción de esta tecnología la adición respectiva como una nueva sección dentro del apartado por lo que respetando la técnica legislativa se adiciona sobre el artículo 407, mismo que reza:

El fideicomiso de garantía se registrará por lo dispuesto en esta sección y, sólo en lo que no se oponga a ésta, en la sección primera anterior.

Esto con la finalidad de no alterar los numerales de dicha Ley, ni interferir con lo que indica el siguiente capítulo respecto al arrendamiento financiero por lo tanto se propone adicionar el siguiente texto:

Sección Tercera

Del fideicomiso con contrato inteligente

Artículo 407 Bis. - *El fideicomiso junto con el código que establezca el programa de computación como medio de cumplimiento de los derechos y obligaciones contenidas, y su ejecución deberá constar en todas sus partes en escritura pública.*

Artículo 407 Ter.- *El código que las partes acuerden y estipulen deberá constar anexo, y tendrá un dictamen que contendrá una explicación breve y sintáctica de las tecnologías empleadas, desenvolvimiento automático de cada una de las partes en los supuestos en qué las condiciones trate, los alcances máximos que sin intervención humana realice el contrato y una representación gráfica del algoritmo elaborado por perito designado por las partes, cuya responsabilidad será dictaminar, una vez que haya oído a las partes.*

Artículo 407 Quater.- *La institución fiduciaria podrá emplear para la administración, dominio y enajenación extrajudicial, según sea el caso convenido, una red pública que se encuentre basada en los principios de accesibilidad, transparencia, integridad y neutralidad, la cual resulte en un acceso y control eficaz por las partes a la plataforma que visualice, revele y comprenda la integridad de lo establecido en el fideicomiso, previsto y por celebrarse en lo presente y futuro cómo actos relativos al fideicomiso.*

Artículo 407 Quintus. - *El patrimonio afectado por un fideicomiso estipulado de acuerdo con la presente sección podrá ser representado en el código para su administración. Cualquier acto de dominio bajo las premisas enunciadas en el código será reputado cómo contrato de promesa y estará supeditado a la realización futura de los actos de la traslación de acuerdo con lo que estipule la Ley aplicable.*

Artículo 407 Sextus. - *Cualquier documento que devenga de la administración, ejecución o enajenación extrajudicial del contrato de fideicomiso elaborado de acuerdo*

con la presente sección, deberá realizarse por fedatario público en escritura pública, sin necesidad de ratificación de firmas.

En esta propuesta podemos recoger los elementos comprendidos en el texto de la presente investigación pues permite bajo las reglas y los esquemas del sector financiero sobre el fideicomiso, adoptar el contrato inteligente gozando de personas jurídicas ya establecidas e integradas para la operación de los negocios jurídicos que pueden o son introducidos bajo las reglas del contrato de fideicomiso.

El Artículo 407 Bis establece un requisito importante en el contexto de la utilización de tecnología informática en los fideicomisos. Específicamente, cuando se emplea un programa de computación junto con un fideicomiso para llevar a cabo los derechos y obligaciones del mismo, este artículo establece que todo el proceso, incluyendo el programa y su ejecución, debe estar completamente detallado en una escritura pública. Esta disposición garantiza que el uso de la tecnología informática en el fideicomiso esté formalizado y documentado adecuadamente, asegurando transparencia y claridad en el proceso.

El Artículo 407 Ter agrega una capa adicional de formalidad y comprensión al requerir que el código utilizado para operar el fideicomiso, el cual es acordado por las partes involucradas, sea adjuntado al contrato. Además, este artículo exige que un perito designado por las partes emita un dictamen detallando las tecnologías empleadas, el funcionamiento automático del contrato en diferentes escenarios, los límites de ejecución sin intervención humana y una representación gráfica del algoritmo utilizado. Esto garantiza que las partes involucradas comprendan plenamente cómo funcionará el fideicomiso mediante el programa de computación.

Por otro lado, el Artículo 407 Quater permite que la institución fiduciaria utilice una red pública que cumpla con ciertos principios (seguridad, accesibilidad, transparencia, integridad y neutralidad) para administrar, manejar y, si es acordado, vender los activos del fideicomiso sin intervención judicial. Esta disposición facilita un acceso y control efectivo sobre la plataforma que gestiona el fideicomiso, proporcionando un entorno confiable para todas las partes involucradas.

En cuanto al Artículo 407 Quintus, este artículo establece cómo se manejarán los activos del fideicomiso dentro del código y bajo qué condiciones. Se determina que el

patrimonio afectado por el fideicomiso puede ser representado en el código para su gestión, y cualquier acción de dominio realizada según lo establecido en el código se considerará como una promesa de contrato, sujeta a la realización futura de los actos de transmisión según lo estipulado por la ley aplicable.

Finalmente, el Artículo 407 Sextus asegura la formalidad y legalidad de los actos relacionados con el fideicomiso al estipular que cualquier documento generado durante la administración, ejecución o venta extrajudicial del fideicomiso debe ser elaborado por un fedatario público en una escritura pública, sin necesidad de ratificación de firmas adicionales. Esta disposición garantiza la validez y autenticidad de los documentos relacionados con el fideicomiso, cumpliendo con los requisitos legales pertinentes.

De este modo, se afirma integrar al contrato inteligente dentro de los aspectos legales financieros, sin embargo, podemos mencionar que esta primera adición tendría la intención de que en otros ámbitos sea adoptado, pero deberá ir de la mano de la democratización de los instrumentos financieros y de los aspectos regulatorios correspondientes.

Conclusiones

Con base a lo expuesto, se afirma que la implementación de Contratos inteligentes en el marco de los fideicomisos puede ser una solución eficaz para abordar el vacío legal que suponen los Contratos inteligentes por sí solos. Los fideicomisos, como estructuras jurídicas bien establecidas, proporcionan un marco sólido para la aplicación de estos contratos inteligentes, al tiempo que garantizan la protección de los activos y los intereses de los beneficiarios.

Uno de los aspectos más relevantes es la seguridad y protección de datos que se puede lograr mediante la combinación de los fideicomisos y los Contratos inteligentes. Los fideicomisos están sujetos a regulaciones y estándares de seguridad establecidos para proteger los activos y los intereses de los beneficiarios. Al implementar Contratos inteligentes en este contexto, se pueden aplicar medidas de seguridad similares, como el uso de protocolos criptográficos sólidos, la gestión segura de claves y prácticas de privacidad y seguridad robustas. Esto garantiza la confidencialidad e integridad de la información y contribuye a fortalecer la confianza en la utilización de los Contratos inteligentes en el ámbito de los fideicomisos.

Además, se afirma que es importante resaltar el respaldo legal que brindan los fideicomisos en relación con el secreto fiduciario. Las normativas financieras, como la *Ley de Instituciones de Crédito*, establecen restricciones sobre el acceso a la información relacionada con las operaciones de fideicomiso. Esto significa que la información sobre los Contratos inteligentes implementados en el marco de los fideicomisos está protegida y solo puede ser solicitada por la autoridad judicial en situaciones específicas. Esta protección legal adicional brinda una mayor seguridad y confidencialidad a las partes involucradas en estos contratos.

En resumen, la combinación de los fideicomisos y los Contratos inteligentes proporciona una solución viable para abordar el vacío legal que suponen los Contratos inteligentes por sí solos. Los fideicomisos brindan un marco jurídico sólido y establecido, mientras que los Contratos inteligentes aportan automatización, transparencia y eficiencia a las transacciones. Al implementar Contratos inteligentes en el marco de los fideicomisos, se pueden aplicar medidas de seguridad y protección de datos similares, respaldadas por el secreto fiduciario y otras regulaciones financieras. Esto contribuye a

fortalecer la confianza en el uso de los Contratos inteligentes y garantiza la protección de los activos y los intereses de los beneficiarios.

En conclusión, la combinación de los fideicomisos y los Contratos inteligentes representa una oportunidad para impulsar la innovación y la eficiencia en el ámbito de las transacciones fiduciarias. Sin embargo, es importante tener en cuenta que esta implementación requiere un marco legal claro y adaptado a los avances tecnológicos, así como la adopción de medidas de seguridad y protección de datos adecuadas. Con un enfoque adecuado, los fideicomisos pueden desempeñar un papel fundamental en la solución del vacío legal que suponen los Contratos inteligentes, brindando confianza y seguridad a todas las partes involucradas en estas transacciones.

Bibliografía

- Batiza, R. (1954). *Tres estudios sobre el fideicomiso*. Ciudad de México : Imprenta Universitaria.
- Becerril, A. (2018). *Habilitadores tecnológicos y realidades del derecho informático empresarial*. Ciudad de México: 2018.
- Bit2me Academy. (2022). *¿Quién es Nick Szabo?* Obtenido de <https://academy.bit2me.com/quien-es-nick-szabo/>
- Broissin, E. (Los Smart Contracts en el Derecho Mexicano). 2019. Ciudad de México: Universidad Panamericana.
- Cabrita, C. M. (2020). La teoría tridimensional del derecho de Miguel Reale. Un enfoque crítico para una nueva epistemología del Derecho. *Uniandes EPISTEME*, 880-892.
- Carbajal, B. (23 de Diciembre de 2024). Ingresa el país al 'top' 20 en el uso de activos virtuales. *La Jornada*.
- Cárdenas, J. (2009). *Introducción al estudio del derecho*. Obtenido de <https://biblio.juridicas.unam.mx/bjv/detalle-libro/3260-introduccion-al-estudio-del-derecho-coleccion-cultura-juridica>
- Caria, R. d. (2019). The Legal Meaning of Smart Contracts. *European Review of Private Law*, 731-752.
- ChatGPT. (2024).
- Ciberseguridad*. (27 de Febrary de 2024). Obtenido de Principales Plataformas de Desarrollo de Contratos Inteligentes: <https://ciberseguridad.com/guias/nuevas-tecnologias/contrato-inteligente/plataformas-desarrollo/>
- Clack, C. D. (2016). Smart Contract Templates: foundations, design landscape and research directions.
- Codigo Nacional de Procedimientos Civiles y Familiares. (7 de Julio de 2023). *Diario Oficial de la Federación*. México.

CoinDesk. (6 de Junio de 2016). *Making Sense of Blockchain Smart Contracts*. Obtenido de CoinDesk: <https://www.coindesk.com/markets/2016/06/04/making-sense-of-blockchain-smart-contracts/>

CoinDesk. (12 de Diciembre de 2023). *Making Sense of Blockchain Smart Contracts*. Obtenido de <https://www.coindesk.com/markets/2016/06/04/making-sense-of-blockchain-smart-contracts/>

Cointelegraph. (9 de Mayo de 2020). *La cadena de restaurantes Toks de México adopta la Blockchain SIMBA para la trazabilidad del café*. Obtenido de <https://es.cointelegraph.com/news/toks-restaurant-chain-in-mexico-adopts-the-simba-blockchain-for-coffee-traceability>

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. (24 de Enero de 2024). *Diario Oficial de la Federación*. México.

Contacta Abogado. (13 de Julio de 2021). Obtenido de Contratos inteligentes, ¿Cómo ayudan a los abogados?: <https://contactaabogado.com/noticias-juridicas/derecho-informatico/contratos-inteligentes--co-mo-ayudan-a-los-abogados-8102/>

CONTRATO CONSIGO MISMO. ES UNA FIGURA PERMITIDA POR EL ORDENAMIENTO JURÍDICO, EN RESPETO AL PRINCIPIO DE LA AUTONOMÍA DE LA VOLUNTAD., 162179 (TERCER TRIBUNAL COLEGIADO EN MATERIA CIVIL DEL PRIMER CIRCUITO. 29 de 2009 de abril).

Criptonoticias. (14 de Diciembre de 2023). *Propy anuncia un programa de recompensa para desarrolladores y es listada en Bittrex*. Obtenido de https://www.criptonoticias.com/mercados/propy-anuncia-programa-recompensa-para-desarrolladores-listada-bittrex/#google_vignette

Criptonoticias. (14 de Diciembre de 2023). *Segundo banco más grande de Alemania creará con blockchain la 'cadena de suministro del futuro'*. Obtenido de <https://www.criptonoticias.com/aplicaciones/segundo-banco-grande-alemania-creara-blockchain-cadena-suministro-futuro/>

Cruz, A. (2021). Antecedentes contexto y problemas de los fideicomisos en México. *Brazilian Journal of Latin American Studies*.

Darlington, N. (25 de Noviembre de 2021). *Blockchain For Beginners: What Is Blockchain Technology? A Step-by-Step Guide*. Obtenido de <https://blockgeeks.com/guides/what-is-blockchain-technology/>

Diario Bitcoin. (s.f.).

Diario Bitcoin. (14 de Diciembre de 2023). *¿Qué es un “Re-entrancy attack”? Aprende como evitarlo en tus smart contracts*. Obtenido de <https://www.diariobitcoin.com/tecnologia/blockchain/que-es-un-re-entrancy-attack-aprende-como-evitarlo-en-tus-smart-contracts/>

Diario Oficial de la Federación. (30 de Abril de 2019). *DECLARATORIA de vigencia de la Norma Mexicana NMX-COE-001-SCFI-2018*. Obtenido de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5559015&fecha=30/04/2019#gsc.tab=0

Diaz, G. (21 de Mayo de 2023). *¿Quién desfalcó a The DAO y casi liquida a Ethereum en 2016? Esta periodista cree saberlo*. Obtenido de Criptonoticias: <https://www.criptonoticias.com/comunidad/periodista-haber-encontrado-hacker-robo-usd-10mil-millones-ethereum-2016/>

Dominguez, J. (2008). *El fideicomiso de antes y de ahora*. Colección Colegio de Notarios del Distrito Federal. Ciudad de México: Librería Porrúa.

Duley, C. (2023). The oracle problem and the future of DeFi. *BIS Bulletin*.

El Economista. (14 de Diciembre de 2023). *Bitso realiza pruebas para mostrar solvencia y brindar transparencia*. Obtenido de <https://www.eleconomista.com.mx/sectorfinanciero/Bitso-realiza-pruebas-para-mostrar-solvencia-y-brindar-transparencia-20230607-0073.html>

Europa Press. (3 de Febrero de 2021). *La Abogacía española lanza la primera plataforma mundial de contratación digital y pagos online*. Obtenido de https://www.abc.es/sociedad/abci-abogacia-espanola-lanza-primera-plataforma-mundial-contratacion-digital-y-pagos-online-202102031636_video.html?ref=https%3A%2F%2Fes.wikipedia.org%2F

Farina, J. (1999). *Contratos Comerciales Modernos*. Buenos Aires: Editorial Astrea.

- Flores, B. C. (s.f.). *La Evolución del Fideicomiso y sus Aplicaciones dentro de la Practica Privada y del Sector Público en el Area Metropolitana de Monterrey*. Obtenido de <http://historico.juridicas.unam.mx/publica/librev/rev/facdermx/cont/121/pr/pr17.pdf>
- Fuentes, G. (2009). Del Fideicomiso en el Sistema Jurídico y Comercio. *Cuadernos de Derecho y Comercio*, 143-169.
- García, Ó. L. (2019). Smart Contracts y el fin de los abogados. *Revista el Mundo del Abogado*, 66-69.
- Gargollo, J. A. (2002). Fiducia y Trust. *Revista de Derecho Notarial*, 6-58. Obtenido de <http://historico.juridicas.unam.mx/publica/librev/rev/dernotmx/cont/117.5/cnt/cnt1.pdf>
- Gonzalez, W. (2021). Cumplimiento y ejecución de los acuerdos de transacción y derivados de la mediación internacional a través de los contratos inteligentes. *Revista Chilena de Derecho y Tecnología*.
- Gorritz, C. (2017). *Inteligencia Artificial. Tecnología. Derecho*. Valencia: Tirant lo Blanch.
- Gutiérrez, F. (5 de Febrero de 2019). En México hay 800,000 usuarios de activos virtuales, según datos de Bitso. *El Economista*.
- H. Congreso de la Unión. (2022). Ley General de Títulos y Operaciones de Crédito. *Diario Oficial de la Federación*. México.
- Hernandez, R. (2018). *Glorario Informático: Compendio de términos informáticos*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Hlerro, G. (2021). Introducción al Blockchain, los Contratos Inteligentes y su relación con el arbitraje. *THEMIS-Revista de Derecho*, 299-309.
- Hughes, E. (1993). *A Cypherpunk's Manifesto*. Obtenido de <https://www.activism.net/cypherpunk/manifesto.html>
- Ibañez, J. W. (2017). Cuestiones jurídicas en torno a la cadena de bloques («blockchain») y a los contratos inteligentes («smart contracts»). *Icade: Revista de la Facultad de Derecho*.

Innowise. (27 de Febrero de 2024). Obtenido de ¿Qué tiene de inteligente las plataformas de contratos inteligentes y por qué construye una personalizada?: <https://innowise.com/es/blog/what-are-smart-contract-platforms/>

Instituto de Investigaciones Jurídicas - Universidad Nacional Autónoma de México. (14 de Abril de 2021). Contratos Inteligentes: la primera innovación disruptiva en la profesión legal, IJJ-UNAM. Ciudad de México, Ciudad de México, México.

Junta de Andalucía . (14 de Diciembre de 2023). *Conceptos sobre la escalabilidad*. Obtenido de <https://www.juntadeandalucia.es/servicios/madeja/contenido/recurso/220>

Kemmoe, V. Y. (2020). Recent Advances in Smart Contracts: A Technical Overview and State of the Art. *IEEE Access*.

Koldner, H. (17 de Agosto de 2018). *Arbitrum: Scalable, private smart contracts*. Obtenido de <https://www.usenix.org/system/files/conference/usenixsecurity18/sec18-kalodner.pdf>

Law Commision. (2022). *Smart Contracts*. Obtenido de <https://www.lawcom.gov.uk/project/smart-contracts/>

Ley de Firma Electrónica Avanzada. (20 de Mayo de 2021). *Diario Oficial de la Federación*. México.

Ley General de Mecanismos Alternativos de Solución de Controversias. (26 de Enero de 2024). *Diario Oficial de la Federación*. Mexico.

Maldonado, J. (14 de Diciembre de 2023). *¿Qué es la red social Stars Arena de Avalanche?* Obtenido de <https://news.bit2me.com/que-es-la-red-social-stars-arena-de-avalanche/>

Martín, I. Y. (2022). *Desarrollo de una DApp móvil para obtención de datos off-chain mediante Chainlink*. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya.

MENSAJES DE DATOS O CORREOS ELECTRÓNICOS. SON PRUEBAS DOCUMENTALES QUE PUEDEN ACREDITAR LA EXISTENCIA DE UNA RELACIÓN COMERCIAL ENTRE LAS PARTES DEL JUICIO, SIEMPRE QUE CUMPLAN CON LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS EN EL CÓDIGO DE

- COMERCIO., 159815 (TERCER TRIBUNAL COLEGIADO EN MATERIA CIVIL DEL PRIMER CIRCUITO. Octubre de 2014).
- Muñoz, M. (2019). Nuevos desafíos para la protección de datos personales en México. La regulación de la tecnología blockchain. *Estudios en derecho a la información*.
- Nava-Cano, M. O. (2011). Modelo epistemológico de la teoría tridimensional. *Convergencia. Revista de Ciencias Sociales.* , 209-228.
- Negokai*. (3 de Marzo de 2023). Obtenido de Las mejores herramientas de IA para abogados: <https://negokai.com/las-mejores-herramientas-de-ia-para-abogados.html>
- OECD. (2020). *The Tokenisation of Assets and Potential Implications for Financial Markets*. Obtenido de <https://www.oecd.org/finance/The-Tokenisation-of-Assets-and-Potential-Implications-for-Financial-Markets.pdf>
- ORDEN PÚBLICO. ES EL LÍMITE A LA LIBERTAD CONTRACTUAL DERIVADO DE LOS VALORES MÁS IMPORTANTES QUE RECOGE EL ORDEN JURÍDICO Y REQUIERE DE LA PONDERACIÓN JUDICIAL., 162334 (TERCER TRIBUNAL COLEGIADO EN MATERIA CIVIL DEL PRIMER CIRCUITO. 7 de Octubre de 2010).
- Ossorio y Gallardo, Á. (2008). *El alma de la toga*. México: Porrúa.
- Pagoscertificados.com. (2022). *Aviso Legal*. Obtenido de <https://www.pagoscertificados.com/aviso-legal/>
- Piña, A. (2019). *Fundamentos de contratos inteligentes en cadenas de bloques*. Ciudad de México: 2019.
- Public I. Conference P, Neupane W. (2021). ROLE OF PUBLIC E-PROCUREMENT TECHNOLOGY TO REDUCE CORRUPTION IN GOVERNMENT PROCUREMENT. 304-334.
- Ramirez-Gil, W. A. (2022). *Creación de contratos inteligentes en la Red Blockchain de Ethereum con Solidity*. Madrid: Ra-Ma.

Ramos, A. (7 de julio de 2022). *El blockchain utilizado como registro de evidencias. ¿es considerado como valido en la sede judicial?* Obtenido de ClarkMode: <https://www.clarkemodet.com/articulos/el-blockchain-utilizado-como-registro-de-evidencias-es-considerado-como-valido-en-sede-judicial/>

Red Hat. (10 de Mayo de 2022). *La Automatización*. Obtenido de <https://www.redhat.com/es/topics/automation>

Rob Bhenke. (14 de Diciembre de 2023). *EXPLAINED: THE STARS ARENA HACK (OCTOBER 2023)*. Obtenido de <https://www.halborn.com/blog/post/explained-the-stars-arena-hack-october-2023>

SECRETO BANCARIO O FIDUCIARIO. SUPUESTOS EN QUE NO SE DA EL., 195946 (CUARTO TRIBUNAL COLEGIADO EN MATERIA ADMINISTRATIVA DEL PRIMER CIRCUITO. 1997 de Junio de 25).

Senado de la República. (29 de Abril de 2021). *Promueve Senado regulación sobre uso de pagarés electrónicos*. Obtenido de <http://comunicacion.senado.gob.mx/index.php/informacion/boletines/50912-promueve-senado-regulacion-sobre-uso-de-pagares-electronicos.html>

Senado de los Estados Unidos de América. (2000). *Investigation the Impact of the 2000 Problem*. Washington: Senado de los Estados Unidos de América.

Shin, L. (2022). *The Cryptopians: Idealism, Greed, Lies, and the Making of the First Big Cryptocurrency Craze*. Dream Books Co.

Solis, C. (2019). *Hacia una metodología para el diseño de contratos inteligentes*. . *Revista electrónica de Computación, Informática, Biomédica y Electrónica*.

Step toe & Johnson LLP. (12 de Junio de 2017). *My smart contract just ate \$14 million—now what? Re-thinking indemnification for smart contract risks*. Obtenido de Lexology: <https://www.lexology.com/library/detail.aspx?g=c3e967ea-92a2-495b-a54a-0f46143f6833>

Stibbe. (30 de Octubre de 2019). *Blockchain and the law - Regulation for smart contracts on the way?* Obtenido de <https://www.stibbe.com/en/news/2019/october/blockchain-and-the-law--->

regulation-for-smart-contracts-on-the-
way?jurisdiction=222f8a598f86442d8dfbd59c596eb0a3

Szabo, N. (1994). *Smart Contracts*. Obtenido de <https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html>

Szabo, N. (1994). *Smart Contracts*. Obtenido de <https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html>

Szabo, N. (1996). *Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets*. Obtenido de https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html

Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el , A/RES/70/1 (Asamblea General de las Naciones Unidas 21 de Octubre de 2015).

UNCITRAL / UNIDROIT. (7 de Mayo de 2019). *Joint UNCITRAL/UNIDROIT workshop*. Obtenido de <https://www.unidroit.org/english/news/2019/190506-unidroit-uncitral-workshop/conclusions-e.pdf>

UNCITRAL. (1985). *Recommendation on the Legal Value of Computer Records*. Obtenido de <https://uncitral.un.org/sites/uncitral.un.org/files/media-documents/uncitral/es/computerrecords-e.pdf>

UNCITRAL. (2001). *Situación actual: ley Modelo de la CNUDMI sobre las Firmas Electrónicas* (2001). Obtenido de https://uncitral.un.org/es/texts/ecommerce/modellaw/electronic_signatures/status

UNCITRAL. (2022). *Ley Modelo de la CNUDMI sobre Comercio Electrónico (1996) con su nuevo artículo 5 bis aprobado en 1998*. Obtenido de https://uncitral.un.org/es/texts/ecommerce/modellaw/electronic_commerce

UNCITRAL. (2022). *Ley Modelo de la CNUDMI sobre documentos transmisibles electrónicos* (2017). Obtenido de https://uncitral.un.org/es/texts/ecommerce/modellaw/electronic_transferable_records

- UNCITRAL. (2022). *Ley Modelo de la CNUDMI sobre documentos transmisibles electrónicos (2017) - Situación Actual*. Obtenido de https://uncitral.un.org/es/texts/ecommerce/modellaw/electronic_transferable_records/status
- UNCITRAL. (2022). *Ley Modelo de la CNUDMI sobre las Firmas Electrónicas (2001)*. Obtenido de https://uncitral.un.org/es/texts/ecommerce/modellaw/electronic_signatures
- UNCITRAL. (2022). *Situación actual: Ley Modelo de la CNUDMI sobre Comercio Electrónico (1996)*. Obtenido de https://uncitral.un.org/es/texts/ecommerce/modellaw/electronic_commerce/status
- Uniform Commercial Code. (1 de Diciembre de 2015). Delaware, Estados Unidos de América.
- Uniform Electronic Transactions Act (UETA) - Nevada. (2017). Nevada.
- Universidad de Cambridge. (2023). *Diccionario*. Cambridge: Universidad de Cambridge.
- Universidad Nacional Autónoma de México. (14 de Diciembre de 2023). *Teoría Tridimensional del Derecho*. Obtenido de https://repositorio-uapa.cuaieed.unam.mx/repositorio/moodle/pluginfile.php/1466/mod_resource/content/4/contenido/index.html
- Villagordo, J. M. (1977). *El fideicomiso en México*. Ciudad de México: Instituto Nacional de Administración Pública.
- Zhang, Z. (2023). Demystifying Exploitable Bugs in Smart Contracts.
- Zheng, Z. (2020). An overview on smart contracts: Challenges, advances and platforms. *Future Generation Computer Systems*, 475-491.
- Zheng, Z. (2023). Turn the Rudder: A Beacon of Reentrancy Detection for Smart Contracts on Ethereum.
- Zou, K. (2019). Smart Contract Development: Challenges and Opportunities. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 2084-2106.