

Los Smart Contracts como mecanismo de automatización en el ecosistema de la tecnología financiera¹

Smart Contracts as an automation mechanism in the financial technology ecosystem

Eduardo Andrés Calderón Marenco

Licenciado en Derecho, Universidad Centroamericana (UCA), Managua, Nicaragua. Especialista en Derecho Económico y Máster en Derecho de los Negocios Internacionales, Universidad Iberoamericana de la Ciudad de México, México. Doctor en Derecho, Universidad Externado de Colombia, Bogotá, Colombia. Profesor e investigador junior.

eduardo.calderon@campusucc.edu.co

María Amelia Celeste Ramírez Toruño

Estudiante de Derecho de la Universidad Cooperativa de Colombia, Bogotá, Colombia.
maria.ramirezto@campusucc.edu.co

Miguel Ángel Socadagui Acosta

Estudiante de Derecho de la Universidad Cooperativa de Colombia, Bogotá, Colombia.
miguel.socadagui@campusucc.edu.co

Recibido: 15 de octubre de 2024 Aceptado: 23 de abril de 2025

Cómo citar este artículo:

Calderón Marenco, E. A., Ramírez Toruño, M.A.C., y Socadagui Acosta, M. A. (2025). Los Smartcontracts como mecanismo de automatización en el ecosistema de la tecnología financiera. *Iustitia* (25), 88-101.

Resumen

Actualmente, los contratos inteligentes se han consolidado como herramientas revolucionarias en el ámbito financiero, particularmente en el sector de la tecnología financiera (Fintech). No obstante, más allá de su carácter innovador, estos contratos presentan importantes desafíos legales y operativos en su implementación. Este artículo, desarrollado bajo el método de análisis-síntesis, se centra en examinar los retos jurídicos relacionados con la validación y el reconocimiento de los contratos inteligentes desde un enfoque normativo, sin abordar aspectos técnicos de su creación. Asimismo, se analiza su integración en las operaciones y servicios financieros proporcionados por las fintech, destacando su relevancia e impacto en este sector. Los contratos inteligentes tienen un potencial clave para transformar la industria financiera, lo que hace imprescindible una adecuada comprensión de los desafíos legales que estos plantean en el marco regulatorio actual.

¹ El presente artículo se deriva del proyecto de investigación titulado: La intersección entre el contrato privado, la inteligencia artificial y el código computacional. Proyecto ejecutado entre la Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia, la Universidad Americana, Nicaragua y la Universidad de Concepción del Uruguay, Argentina.

Palabras clave: Automatización contractual, desafíos regulatorios, innovación financiera, ecosistema digital, tecnología blockchain.

Abstract

In the current context, smart contracts have emerged as revolutionary tools in the financial sector, particularly within the field of financial technology (fintech). However, beyond their innovative nature, these contracts present significant legal and operational challenges in their implementation. This article, developed using the analysis-synthesis method, focuses on examining the legal challenges related to the validation and recognition of smart contracts from a regulatory perspective, without addressing the technical aspects of their creation. Furthermore, it analyzes their integration into the financial operations and services provided by Fintech, highlighting their relevance and impact on this sector. Smart contracts hold key potential to transform the financial industry, making it essential to understand the legal challenges they pose within the current regulatory framework.

Keywords: Contractual automation, regulatory challenges, financial innovation, digital ecosystem, blockchain technology.

Los Smart Contracts como mecanismo de automatización en el ecosistema de la tecnología financiera

Eduardo Andrés Calderón Marenco

María Amelia Celeste Ramírez Toruño

Miguel Ángel Socadagui Acosta

Introducción

Los Smart Contracts constituyen una innovación tecnológica que ha transformado la forma en que se conciben y ejecutan las obligaciones contractuales. A través de la automatización mediante código computacional, estos contratos eliminan la necesidad de intermediarios y reducen las ambigüedades típicas de los contratos convencionales. En el ámbito de la tecnología financiera (fintech), los contratos inteligentes se presentan como herramientas que ofrecen procesos más ágiles, transparentes y seguros, con el potencial de revolucionar las transacciones financieras y las operaciones comerciales. Su capacidad para ejecutar automáticamente los términos de un contrato cuando se cumplen las condiciones programadas supone una innovación disruptiva en el sector financiero, lo que genera nuevas oportunidades, pero también importantes desafíos legales.

La implementación de contratos inteligentes no solo implica una evolución tecnológica, sino también un cambio profundo en las estructuras jurídicas existentes. Su naturaleza automatizada y descentralizada plantea interrogantes sobre la regulación aplicable, la validez legal y el reconocimiento de las obligaciones contraídas mediante estos contratos. Además, surgen retos operativos en su integración dentro de las plataformas fintech, las cuales se caracterizan por operar en un entorno altamente digitalizado y competitivo. A pesar de los beneficios que los contratos inteligentes ofrecen en términos de eficiencia y seguridad, su adopción requiere de un marco legislativo robusto y flexible que pueda adaptarse a la novedad y complejidad de esta tecnología.

Este artículo tiene como propósito analizar, desde una perspectiva jurídica, los retos que enfrentan los contratos inteligentes sobre las tecnologías financieras. Se examinan, principalmente, los desafíos relacionados con la validación y el reconocimiento de estos contratos, así como su integración en las operaciones financieras de las fintech. Dada la naturaleza interdisciplinaria del tema, se subraya la importancia de una colaboración entre legisladores, profesionales financieros y programadores. La creación de un marco normativo adecuado es esencial para garantizar que los contratos inteligentes se implementen de manera eficaz y segura, minimizando los riesgos operativos y legales asociados.

En este sentido, este estudio resulta especialmente relevante para los actores del sector financiero, así como para los programadores involucrados en el desarrollo de contratos inteligentes, al ofrecer un análisis profundo de los aspectos legales y operativos que conlleva su implementación. Al abordar tanto los beneficios como los desafíos inherentes a esta tecnología, se busca proporcionar recomendaciones que puedan guiar futuras iniciativas y proyectos legislativos, asegurando un marco normativo coherente y eficiente que facilite la adopción de los contratos inteligentes en el ámbito financiero. La finalidad del presente artículo es contribuir al debate académico y práctico en torno a la adopción de los contratos inteligentes en las fintech, ofreciendo una visión integral de los desafíos jurídicos y operativos que enfrentan, y proponiendo posibles soluciones para su implementación efectiva en el sector financiero global.

Generalidades de los Smart Contracts

Como punto de partida se realiza una exploración general de los contratos inteligentes que va desde sus antecedentes hasta su definición y características más importantes. De la misma forma, este acápite abordará las principales problemáticas relacionadas con la validez y reconocimiento de los contratos inteligentes.

Evolución y conceptualización de los contratos inteligentes

Previo a profundizar en la definición de los contratos inteligentes, sus características y desafíos legales sobre su validez y reconocimiento, es menester conocer el origen y la evolución de estos contratos, destacando hitos claves que han contribuido de manera significativa a su desarrollo.

Primeros pasos. La noción de contratos inteligentes se desarrolló a lo largo de décadas, con contribuciones significativas como las de David Chaum en la década de 1980, quien desarrolló protocolos criptográficos que establecieron las bases para la automatización segura de acuerdos digitales (Latasa, 2022). Aunque la idea ganó notoriedad con la introducción de la cadena de bloques de Ethereum en 2015, su origen se remonta a 1996, cuando Nick Szabo acuñó el término Smart Contracts y propuso la automatización de procesos contractuales mediante criptografía (Padilla, 2020).

Vitalik Buterin, casi 20 años después, creó Ethereum, una plataforma de cadena de bloques que facilitó la creación y ejecución de contratos inteligentes, marcando un hito en su evolución y permitiendo una amplia gama de aplicaciones (Fuentes, 2022). Tras la creación de Ethereum, la tecnología de contratos inteligentes ha evolucionado, con el desarrollo de plataformas como Binance, Smart Chain, Cardano, Solana y Polkadot. Sin embargo, esta tecnología también enfrenta desafíos en cuanto a seguridad y regulación, que serán abordados en esta investigación.

Talante Conceptual. Los contratos inteligentes, una innovación tecnológica clave, están transformando la forma en que se hacen acuerdos y se ejecutan transacciones en la era digital. Según Padilla (2020), se definen como sistemas automatizados

que ejecutan obligaciones contractuales mediante código de *software*, minimizando la incertidumbre y reduciendo la intervención humana. Esta tecnología simplifica la celebración de acuerdos, reduce costos al eliminar intermediarios y agiliza la ejecución de compromisos.

Por su parte, Valencia (2019) describe los contratos inteligentes como sistemas digitales que garantizan y supervisan obligaciones, especialmente en operaciones transfronterizas de entidades fintech, automatizando acciones basadas en el cumplimiento de condiciones establecidas. Ambas definiciones subrayan la eficiencia, seguridad y reducción de costos que los contratos inteligentes aportan, aumentando la rapidez y transparencia en las transacciones y mejorando la precisión en el ámbito financiero, especialmente para las empresas fintech.

Taxonomía de los Smart Contracts

Los contratos inteligentes han revolucionado la manera en que se conciben, estructuran y ejecutan los acuerdos comerciales, basándose en dos pilares esenciales: la eficiencia y la seguridad. A diferencia de los procesos contractuales tradicionales, que requieren intervención humana para su seguimiento y cumplimiento, los contratos inteligentes operan a través de la automatización completa de las cláusulas. Estas se ejecutan de forma precisa y oportuna una vez que se cumplen las condiciones previamente establecidas y codificadas en el contrato. Como señala Fuentes (2022), estos contratos funcionan bajo el principio de operaciones condicionales del tipo “if-then”. Esto significa que, una vez que la condición “A” es satisfecha, automáticamente se desencadena la prestación “B”, sin necesidad de mediación humana adicional.

Este alto grado de automatización no solo acelera las transacciones comerciales, sino que también disminuye la necesidad de supervisión continua y reduce significativamente los riesgos asociados a errores humanos o manipulaciones. En este sentido, García y Delgado (2021) resaltan que los contratos inteligentes son inherentemente resistentes a manipulaciones externas, dado que las cláusulas, una vez codificadas, no pueden ser alteradas de manera unilateral o arbitraria. Esta resistencia a cambios imprevistos no solo garantiza el cumplimiento riguroso de los términos pactados, sino que también elimina las posibles interpretaciones erróneas o distorsionadas por terceros que puedan intervenir en la relación contractual.

En cuanto a la seguridad, los contratos inteligentes se fundamentan en la tecnología Blockchain, que provee un nivel de inmutabilidad excepcional. Una vez que un contrato ha sido registrado en la cadena de bloques, cualquier modificación es prácticamente imposible sin el consenso de todas las partes involucradas. Esto dota al contrato de un grado de certidumbre y confianza sobre su integridad, reforzando la previsibilidad en el cumplimiento de las obligaciones. Además, el carácter descentralizado de Blockchain garantiza que el contrato no dependa de una sola entidad para su validez o ejecución, añadiendo otra capa de seguridad y fiabilidad.

Más allá de la eficiencia y seguridad que caracterizan a los contratos inteligentes, estos destacan por una serie de atributos fundamentales que los hacen altamente versátiles y aplicables en diversos sectores. Entre estos, se encuentran su inmutabilidad, que asegura que los términos no puedan ser alterados retroactivamente; su precisión, al ejecutar las obligaciones sin margen de error; su automatización, que minimiza la intervención humana; su codificación, que transforma las cláusulas contractuales en instrucciones computacionales claras; y su versatilidad, lo que les permite adaptarse a múltiples campos, desde las finanzas hasta la gestión de la cadena de suministro.

En suma, los contratos inteligentes han emergido como una herramienta jurídica y tecnológica disruptiva, ofreciendo ventajas claras sobre los contratos tradicionales en términos de eficiencia operativa y seguridad. Su aplicación en la actualidad trasciende el mero ámbito financiero, consolidándose como un instrumento clave en la transformación digital de las relaciones comerciales globales.

Es importante destacar que los Smart Contracts presentan una serie de características clave que refuerzan su aplicabilidad en diversos sectores, especialmente en el ámbito financiero. En primer lugar, su inmutabilidad garantiza que, una vez establecidos en la Blockchain, sus términos no puedan ser alterados sin el consenso de todas las partes involucradas, lo que ofrece un alto grado de seguridad jurídica. De igual manera, su naturaleza codificada permite que las cláusulas contractuales se ejecuten con precisión, eliminando la posibilidad de errores humanos en su cumplimiento.

La automatización es otra de las ventajas fundamentales de los contratos inteligentes. Al ser programas de *software* que se activan automáticamente cuando se cumplen las condiciones predefinidas, eliminan la necesidad de intervención manual, lo que a su vez reduce significativamente los costos operativos y mejora la eficiencia en la ejecución contractual.

En cuanto a la codificación, los contratos inteligentes se basan en lenguajes de programación que definen de manera clara y precisa las reglas y condiciones bajo las cuales se ejecutarán las obligaciones. Esta estructura codificada elimina cualquier ambigüedad, garantizando que las partes involucradas tengan certeza sobre el resultado de la transacción.

Asimismo, la versatilidad de los contratos inteligentes es un atributo esencial que les permite ser utilizados en diversos sectores, con especial relevancia en el ámbito financiero y en las fintech. Su capacidad de adaptación a diferentes escenarios y su agilidad para operar en entornos dinámicos y cambiantes los convierte en una herramienta transformadora, indispensable para el desarrollo de servicios financieros.

Estas características combinadas –inmutabilidad, precisión, automatización, codificación y versatilidad– dotan a los contratos inteligentes de un potencial significativo para renovar la forma en que se realizan los acuerdos y transacciones en la era digital. Su capacidad para mejorar la eficiencia, la seguridad y la transparencia los convierte en un recurso invaluable en una amplia gama de aplicaciones y sectores, marcando una nueva era en la automatización contractual y la transformación digital.

Desafíos legales para la validez y reconocimiento de los contratos inteligentes

Tienen una relevancia creciente en el ámbito jurídico como reflejo de una nueva realidad social. A pesar de sus ventajas en términos de eficiencia, seguridad y automatización, su incorporación al marco legal ha suscitado numerosos debates. Los contratos tradicionales se definen como acuerdos entre dos o más personas para constituir, regular o aclarar un vínculo jurídico, lo que, en principio, podría extenderse a los contratos inteligentes bajo un enfoque más moderno del derecho contractual. No obstante, Fuentes (2022), en su estudio sobre la validez de estos contratos en el derecho colombiano, destaca que su reconocimiento legal depende del cumplimiento de los requisitos esenciales de validez en la relación obligacional, por lo que debe hacerse un examen de estos.

Para que un contrato sea jurídicamente vinculante, debe cumplir con los elementos esenciales: el consentimiento de las partes, un objeto lícito, una causa adecuada y, en ciertos casos, las formas o solemnidades exigidas por la ley. Esto plantea la interrogante de si los contratos inteligentes, debido a su naturaleza digital y automatizada, pueden ajustarse a estos requisitos formales, particularmente en lo que respecta al consentimiento y la forma, que tradicionalmente han requerido manifestaciones explícitas en medios físicos o electrónicos específicos. La validez de estos contratos sigue siendo objeto de análisis, especialmente en lo relativo a cómo las nuevas tecnologías pueden adecuarse a los principios y normas jurídicas existentes.

Consentimiento de los contratantes. El consentimiento en un contrato depende de la capacidad legal de la persona que lo manifiesta. Para que un individuo sea apto para participar en un contrato, debe comprender y obligarse en el acuerdo. En el caso de los contratos inteligentes, esta capacidad sigue siendo un requisito esencial, a pesar de que estén impulsados por tecnología. La legislación general establece que tienen plena capacidad legal las personas mayores de edad que no hayan sido declaradas incapaces, así como los emancipados y otras excepciones establecidas por la ley.

La capacidad legal para obligarse se presume, salvo prueba en contrario que limite dicha capacidad. En el ámbito de los contratos inteligentes, se debe partir de esta presunción, aunque para reforzar la seguridad en estas transacciones automatizadas, el consentimiento podría manifestarse a través del uso de claves privadas. Además, se sugiere complementar este proceso con sistemas de identificación digital, los cuales pueden verificar la capacidad legal de las partes en línea, garantizando que los contratos inteligentes se adecuen a los principios fundamentales de la legislación y se asegure el cumplimiento de las normas establecidas.

Objeto cierto que sea materia de contrato. El objeto de un contrato debe ser un bien específico y claramente identificable, aunque su cantidad no esté determinada. Un contrato cuyo objeto no sea física o legalmente posible es considerado nulo bajo la legislación vigente, refiriéndose esta imposibilidad a la viabilidad práctica del objeto y no a la capacidad de las partes involucradas. Asimismo, los bienes o actos que no puedan reducirse a un valor exigible no pueden ser objeto de contrato, al igual que aquellos que sean contrarios a la moral, la ley o el orden público.

Así, los contratos inteligentes deben ser programados con precisión para especificar claramente las condiciones y acciones que regirán su ejecución. La claridad en la programación es esencial para determinar con exactitud el objeto del contrato, asegurando que las transacciones que se realicen mediante estos mecanismos se mantengan dentro de los límites legales, evitando así cualquier contravención a las normas jurídicas aplicables.

Causa lícita de la contratación. Los autores Herrera y Guzmán (2014) destacan que la causa en los contratos cumple una triple función: caracterizadora, moralizadora y socializadora, ya que tipifica el contrato y facilita su clasificación como oneroso o gratuito, típico o atípico. Además, la causa garantiza la ética contractual y protege el bienestar común. La legislación civil presume la existencia y licitud de la causa, pero permite refutar dicha presunción y declarar nulas las obligaciones que se basen en causas ilícitas.

En el caso de los contratos inteligentes, Fetzyak (2020) subraya que la ejecución automática de las prestaciones refleja la causa subyacente, resaltando la importancia de que las partes contratantes sean plenamente conscientes de la naturaleza automatizada de dicha ejecución. A pesar de la automatización, los principios fundamentales de transparencia, honestidad y legalidad deben seguir siendo pilares esenciales en este tipo de contratos, asegurando que el cumplimiento de las obligaciones respete los principios éticos y legales establecidos.

Forma, cuando la ley la exige expresamente para que valga el contrato. Las legislaciones requieren que ciertos contratos consten en instrumento público y establece la obligatoriedad de la forma escrita para aquellos con prestaciones superiores a un determinado valor. En un sentido más amplio, la Ley Modelo de CNUDMI (201) sobre Documentos Transmisibles Electrónicos establece un marco normativo que garantiza la equivalencia funcional entre documentos electrónicos y en papel, destacando aspectos como la legibilidad, integridad, autenticación y presentación ante autoridades competentes (Robles, 2008). Sin embargo, según Anguiano (2018), aunque los contratos inteligentes pueden cumplir con los requisitos de forma escrita y originalidad, surge un desafío específico en cuanto al uso de firmas electrónicas, dado que la Ley Modelo no contempla los códigos autoejecutables como equivalentes a la firma tradicional.

Por tanto, es importante desarrollar un marco regulatorio que se base en el principio de equivalencia funcional, de manera que se puedan reconocer y ejecutar los contratos inteligentes. Además, se requiere una estrecha colaboración entre los sectores legal, tecnológico y gubernamental para garantizar una implementación efectiva de esta tecnología. Las fintech, como actores clave en la innovación financiera, deben participar activamente en este proceso para maximizar el potencial de los contratos inteligentes y asegurar su adecuada incorporación al entorno jurídico y financiero.

Relación de los contratos inteligentes y las fintech, así como los desafíos de su implementación

En este apartado se examinará la estrecha relación entre los contratos inteligentes y las fintech, con un enfoque en los desafíos que enfrenta su reconocimiento e implementación. Para comprender esta interacción, es imperativo realizar una revisión de la evolución histórica y el auge de la tecnología financiera a nivel global, lo que permitirá contextualizar su desarrollo en diferentes jurisdicciones. Posteriormente, se analizará el marco jurídico que regula las fintech, y cómo estas interactúan con los contratos inteligentes, destacando los beneficios que su integración puede aportar a la automatización y eficiencia de los servicios financieros. Este análisis permitirá identificar las barreras legales que se deben superar para la adopción de los contratos inteligentes, al tiempo que se resaltarán las ventajas competitivas que esta tecnología ofrece al sector financiero, especialmente en términos de seguridad, transparencia y reducción de costos operativos.

Tecnología financiera

El término fintech, que combina “Finance” y “Technology”, se refiere al uso de tecnología para desarrollar productos y servicios financieros. Según Barrios (2021), las fintech representan una innovación financiera impulsada por el avance tecnológico, lo que ha dado lugar a nuevos modelos de negocio y servicios disruptivos en el sector financiero. Gallo (2018) identifica tres etapas clave en la evolución de las fintech: la etapa fintech 1.0 que abarca desde 1866 a 1987, marcada por la globalización financiera y la introducción de tecnologías como el cajero automático; la etapa Fintech 2.0 que va desde 1987 hasta 2008, caracterizada por la expansión de internet y la aparición de los bancos en línea; y Fintech 3.0 (desde 2008), impulsada por la crisis financiera global y el surgimiento de startups tecnológicas en el sector financiero.

El autor Barrios (2021) destaca que la revolución fintech ha sido acelerada por la proliferación de dispositivos móviles, lo que ha incrementado significativamente las inversiones y el interés público en esta tecnología. Para 2021, el número de startups fintech a nivel mundial había superado las 26.000, con América representando el 40% de este crecimiento. Este auge anota la importancia de analizar la interacción de las fintech con herramientas emergentes como los contratos inteligentes, los cuales tienen el potencial de transformar aún más los servicios financieros en términos de eficiencia, transparencia y reducción de costos.

Contratos inteligentes y su integración en el sector financiero

Los contratos inteligentes han encontrado una aplicación significativa en el sector fintech, optimizando productos y servicios financieros. Un ejemplo destacado es su uso en los préstamos entre pares (“peer-to-peer” o “P2P”), donde automatizan procesos de administración, cálculo de intereses y ejecución de garantías (Jahangir, 2019,

Fernández, 2018). En caso de incumplimiento, pueden restringir el acceso a bienes dados en garantía, como en el caso de vehículos en EE. UU. (Fernández, 2018).

Zemlianskaia (2017) destaca que los contratos inteligentes permiten registrar información de garantías y ejecutar automáticamente acciones como la revocación de claves digitales en caso de incumplimiento. Además, ofrecen una funcionalidad única en el manejo de depósitos en garantía (Escrow), actuando como escrow holders que automatizan la liberación de fondos según las condiciones preestablecidas (Eliزار, 2017; Puyol, 2016).

En el ámbito de pagos digitales, las fintech configuran contratos inteligentes para ejecutar transacciones automáticamente, mejorando la experiencia del usuario (Sydle, 2024). Asimismo, aplicaciones descentralizadas (dapps) y finanzas descentralizadas (DeFi) permiten a los usuarios participar en ahorros, préstamos y seguros sin intervención bancaria (Coinbase, 2024).

Beneficios operativos de la integración de los contratos inteligentes en las fintech. Los contratos inteligentes en el ámbito de las fintech se destacan por su capacidad para mejorar la eficiencia, transparencia, seguridad y descentralización de las transacciones financieras. Al eliminar intermediarios y automatizar procesos como pagos, inversiones y préstamos, reducen tiempos y costos operativos, permitiendo que los usuarios ahorren entre 500 y 1.000 dólares anuales en comisiones bancarias (Cant et al., 2016). Además, al registrar términos de forma inalterable, fortalecen la confianza entre las partes y permiten el acceso a un historial crediticio confiable (Fernández, 2018).

La descentralización es otro factor clave, ya que los contratos inteligentes operan en redes distribuidas independientes de autoridades centrales, facilitando transacciones transfronterizas y ampliando oportunidades para las fintech (Montecinos, 2022). En este entorno, la tecnología blockchain democratiza y transparenta los procesos, eliminando la necesidad de validaciones centralizadas.

La implementación de contratos inteligentes en Fintech aporta eficiencia, transparencia y reducción de costos, transformando la gestión de servicios financieros y adaptándose a las demandas del mercado financiero actual.

Retos jurídicos y operativos de la implementación de contratos inteligentes. La integración de los contratos inteligentes en el sector fintech presenta múltiples beneficios, pero también enfrenta desafíos, tanto jurídicos como operativos. Por un lado, los contratos inteligentes deben cumplir con los requisitos tradicionales de validez legal, tales como la capacidad de las partes involucradas y la especificidad de los bienes objeto del contrato (Heredia, 2020). Sin embargo, uno de los principales retos en su implementación es la necesidad de garantizar que se cumplan los principios fundamentales del derecho contractual en el entorno digital, como la equivalencia funcional y la neutralidad tecnológica, que aseguran que los contratos electrónicos tengan el mismo reconocimiento y validez que los contratos tradicionales (Cárdenas, 2016).

El marco regulatorio en muchos países aún no aborda de manera adecuada las tecnologías emergentes como los contratos inteligentes, lo que genera incertidumbre y riesgos legales. Este vacío normativo impide el pleno reconocimiento de los contratos inteligentes y deja abiertas cuestiones sobre cómo deben gestionarse aspectos como la autenticidad, la integridad del contrato, y la responsabilidad en caso de errores o fallos en su ejecución automatizada.

A estos retos jurídicos se suman desafíos operativos relacionados con la infraestructura tecnológica y el nivel de alfabetización digital. En varias regiones, la adopción de contratos inteligentes se ve limitada por una infraestructura tecnológica insuficiente y una falta de educación digital, tanto en el ámbito empresarial como en el público en general, lo que retrasa la implementación efectiva de estas herramientas.

Aunque existen normativas sobre firma electrónica, su aplicación efectiva enfrenta obstáculos como la falta de organismos certificadores que garanticen la autenticidad de las firmas electrónicas y la seguridad de los contratos digitales. Torrenti-Visiedo (2020) sugiere que la creación de plantillas contractuales predefinidas que asignen claramente las responsabilidades en caso de errores de codificación podría mitigar algunos de los riesgos asociados a la implementación de contratos inteligentes.

Para superar estos desafíos, es necesario promover la colaboración entre profesionales del derecho, legisladores y expertos en tecnología. Esta cooperación permitirá desarrollar un marco normativo más robusto y adaptable a las innovaciones tecnológicas, garantizando que los contratos inteligentes sean conformes a los requisitos legales, fomentando su adopción segura y eficiente en el sector fintech a nivel global.

Conclusiones

La implementación de contratos inteligentes en el sector fintech enfrenta barreras significativas, debido a la ausencia de un marco legal adecuado y al desconocimiento generalizado de principios fundamentales como la equivalencia funcional y la neutralidad tecnológica. Estas barreras impiden que los contratos inteligentes reciban el reconocimiento jurídico necesario para garantizar su validez y aplicabilidad. Es imperativo que las nuevas regulaciones incorporen estos principios, adaptándolos a las formalidades tradicionales, para ofrecer un entorno de seguridad jurídica y confianza en la utilización de estas tecnologías.

La colaboración entre profesionales del derecho, legisladores y expertos en tecnología es clave para superar estos desafíos y asegurar que los contratos inteligentes se ajusten a los requisitos legales establecidos en el sector financiero. La adopción de los contratos inteligentes en este ámbito no solo requerirá modificaciones legales, sino también una transformación operativa que involucre tanto a las instituciones financieras como a los desarrolladores tecnológicos.

Impulsar el reconocimiento y uso de los contratos inteligentes exigirá un esfuerzo conjunto para enfrentar tanto los obstáculos jurídicos como operativos, facilitando su

implementación como parte de la transformación digital del sector financiero. Esta colaboración multidisciplinaria contribuirá a crear un entorno más favorable para la innovación, permitiendo que los contratos inteligentes se integren de manera segura y eficiente en los procesos financieros.

Para avanzar en la implementación de los contratos inteligentes en el sector fintech, resulta fundamental establecer una colaboración proactiva entre el sector financiero, los expertos en tecnología y las autoridades regulatorias, con el fin de adaptar las normativas vigentes a las particularidades de estos contratos. Asimismo, es necesario desarrollar un marco normativo coherente que integre los principios de contratación electrónica, como la equivalencia funcional y la neutralidad tecnológica, en coordinación con profesionales del Derecho y representantes del sector financiero. La implementación de programas de educación y capacitación, dirigidos a los actores clave del sector, permitirá fomentar una comprensión más profunda y segura de los contratos inteligentes y sus implicaciones jurídicas. Estas acciones facilitarán la adopción efectiva de los contratos inteligentes, generando un entorno más innovador y competitivo para el sector financiero en el espacio global.

Referencias

- Anguiano, J. M. (2018, 15 de noviembre). *Smart contracts. Introducción al “contractware”*. Garrigues. https://www.garrigues.com/es_ES/noticia/smart-contracts-introduccion-al-contractware
- Barrio, M. (2021). La revolución fintech. Definición, factores desencadenantes, oportunidades y riesgos. En M. Cuena & J. Ibáñez (Eds.), *Perspectiva legal y económica del fenómeno Fintech* (pp. 41–71). Wolters Kluwer & Regulatory.
- Cant, B., Khadikar, A., Ruiter, A., Bolgen, J., Coumaros, J., Buvat, J., & Gupta, A. (2016). *Smart contracts in financial services: Getting from hype to reality*. <https://eraser.medium.com/smart-contracts-in-financial-services-getting-from-hype-to-reality-68d49150cca3>
- Cárdenas, O. A. (2016). Aplicación de los principios de contratación electrónica en las transacciones con bitcoins en Colombia. *Revista Academia & Derecho*, 7(13), 265–308. <https://www.researchgate.net/publication/320817949>
- Coinbase. (s.f.). *¿Qué es un contrato inteligente?* <https://www.coinbase.com/es/learn/crypto-basics/what-is-a-smart-contract>
- Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil Internacional. (2017, 13 de julio). *Ley Modelo de la CNUDMI sobre documentos transmisibles electrónicos*. https://uncitral.un.org/es/texts/e-commerce/modellaw/electronic_transferable_records
- Elizari, L. (2016). El contrato de escrow: Configuración en origen y recepción en el Derecho español. *Revista de Derecho Civil*, 3(4), 35–67. <https://observatorio-investigacion.unavarra.es/documentos/5f7e68722999520bf973191c>
- Fernández, C. B. (2018, 31 de diciembre). Así son los “smart contracts”: Si no paga una cuota del coche, ya no podrá abrirlo. *El País*. https://elpais.com/economia/2018/12/27/actualidad/1545928372_446750.html
- Fetsyak, I. (2020). Contratos inteligentes: Análisis jurídico desde el marco legal español. *Revista Electrónica del Departamento de Derecho*, (18), 197–236. <https://doi.org/10.18172/redur.4898>
- Fuentes, E. A. (2022). *Contratos inteligentes*. Editorial Unimadalen. <https://doi.org/10.21676/9789587464795>
- Gallo, D. (2018). *Factores que han permitido el desarrollo de las fintech* [Trabajo de grado, Universidad EAFIT]. <http://hdl.handle.net/10784/12735>
- García, V. J., & Delgado de Molina, A. (2021). Smart contracts: Bases conceptuales y taxonomía. Una aproximación a su análisis en términos de costes de transacción. En M. Cuena & J. W. Ibáñez (Eds.), *Perspectiva legal y económica del fenómeno Fintech*. Wolters Kluwer & Regulatory.
- Heredia, S. (2020). *Smart contracts: Qué son, para qué sirven y para qué no servirán*. IJ Editores. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3875645>

- Herrera, J. J., & Guzmán, J. J. (2014). Contratos civiles y mercantiles. *Encuentro*, (98), 68. <https://doi.org/10.5377/encuentro.v0i98.5843>
- Jahangir, S. M. (2019). *Peer to peer lending*. Istanbul Sabahattin Zaim University. https://www.researchgate.net/publication/341445894_PEER_TO_PEER_P2P_LENDING
- Latasa, F. J. (2022). *La nueva era financiera: Blockchain, smart contracts & DeFi*. Universidad Pontificia Comillas.
- Montecinos, R. (2022). Diseño de procedimientos de gestión de conflictos sustentados en las tecnologías de blockchain. *IUS ET VERITAS*, 64, 228–249. <https://doi.org/10.18800/iusetveritas.202201.013>
- Padilla, J. A. (2020). Blockchain y contratos inteligentes: Aproximación a sus problemáticas y retos jurídicos. *Revista de Derecho Privado*, (39), 175–201. <https://doi.org/10.18601/01234366.n39.08>
- Puyol, J. (2016, 4 de abril). ¿Qué son los “smart contracts” o contratos digitales? *Confílegal*. <https://confílegal.com/20160403-los-smart-contrats-contratos-digitales/>
- Robles, D. (2008). *El comercio y la firma electrónicos. El modelo mexicano*. Instituto de Investigaciones Jurídicas, UNAM.
- Sydle. (2024, 11 de septiembre). *Fintech: Entiende qué son y cómo sacarle provecho a los servicios financieros que ofrecen*. <https://www.sydle.com/es/blog/fintech-627e6eb5f808231099908baf>
- Torrenti-Visiedo, A. (2020). *Estudio de los aspectos legales, retos y limitaciones en la implementación de tecnologías DLT y smart contracts en la sindicación de préstamos corporativos* [Trabajo fin de máster, Universitat Oberta de Catalunya].
- Valencia, J. P. (2019). Contratos inteligentes. *RITI Journal*, 4(14), 1–10. <https://doi.org/10.36825/RITI.07.14.001>
- Zemlianskaia, A. (2017). *La tecnología blockchain como palanca de cambio del sector financiero y bancario* [Trabajo de grado, Universidad de Sevilla].