



Revista de Derecho Privado

ISSN: 0123-4366

ISSN: 2346-2442

Universidad Externado de Colombia

ALMONACID SIERRA, JUAN JORGE; CORONEL ÁVILA, YEISSON
Aplicabilidad de la inteligencia artificial y la tecnología *blockchain* en el derecho contractual privado*
Revista de Derecho Privado, núm. 38, 2020, Enero-Junio, pp. 119-142
Universidad Externado de Colombia

DOI: <https://doi.org/10.18601/01234366.n38.05>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=417562528005>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en [redalyc.org](https://www.redalyc.org)



Sistema de Información Científica Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

Aplicabilidad de la inteligencia artificial y la tecnología *blockchain* en el derecho contractual privado*

» JUAN JORGE ALMONACID SIERRA**
» YEISSON CORONEL ÁVILA***

RESUMEN. Este artículo considera aspectos esenciales acerca de la aplicabilidad de la inteligencia artificial y la tecnología *blockchain* en los contratos contemporáneos, a partir de las posibilidades del sistema jurídico para recibir estos desarrollos informáticos, y de la definición de sus principales problemas, evidenciando a la vez su implementación práctica y perspectivas.

PALABRAS CLAVE: derecho privado, contratos inteligentes, inteligencia artificial, tecnología *blockchain*.

Application of Artificial Intelligence and Blockchain in Contract Law

ABSTRACT. This paper considers essential aspects about the application of Artificial Intelligence (AI) and blockchain technology in contemporary contracts, as well as

* Para citar el artículo: ALMONACID SIERRA, J. J. y CORONEL ÁVILA, Y., “Aplicabilidad de la inteligencia artificial y la tecnología *blockchain* en el derecho contractual privado”, *Revista de Derecho Privado*, Universidad Externado de Colombia, n.º 38, enero-junio 2020, 119-142, doi: 10.18601/01234366.n38.05.

** Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia; profesor de Derecho Comercial. Doctor en Derecho, magíster y abogado, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. Director del grupo de investigación Derecho y Economía: Comercio Silencioso, adscrito a UNIJUS. Integrante del Instituto Colombiano de la Historia del Derecho y socio fundador de la firma Smart-Law. Contacto: jjalmonacids@unal.edu.co, derechoyeconomia.un@gmail.com, info@smartlawtech.com Orcid: 0000-0002-2874-1017.

*** Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia; estudiante de pregrado. Integrante del grupo de investigación Derecho y Economía: Comercio Silencioso, adscrito a UNIJUS. Contacto: ycoronela@unal.edu.co Orcid: 0000-0001-9595-4816.

the capability of the legal system to adopt these technological developments. Thus, it identifies the main problems of blockchain and its practical implementation and perspectives.

KEYWORDS: Private Law, Smart Contracts, Artificial Intelligence, Blockchain.

SUMARIO. Introducción. I. El concepto de inteligencia artificial y el razonamiento lógico-jurídico. II. Inteligencia artificial y tecnología *blockchain* en los contratos: verdadera evolución de la práctica jurídica. III. Los problemas del paradigma y la aplicación de nuevas tecnologías en el derecho contractual privado. Conclusiones. Referencias.

Introducción

Los esquemas contemporáneos de contratación plantean situaciones complejas e inconvenientes, o aparentemente irresolubles, como la exigencia de reducir los costos de transacción, la velocidad en los intercambios, al tiempo que se exigen garantías y seguridad en los negocios. Además, fenómenos como la globalización traen consigo la realización de miles o millones de transacciones en masa, pero con consumidores cada vez más conscientes, que demandan negociaciones individuales y prerrogativas difíciles de conceder.

Desde un punto de vista hipotético, la tecnología puede eliminar estos obstáculos, mediante la implementación de inteligencia artificial (*Artificial Intelligence - AI*) y tecnología *blockchain*, con miras a analizar, corregir y redactar contratos, contratar y asegurar su cumplimiento, reduciendo los costos de transacción y los riesgos asociados a las transacciones jurídico-mercantiles.

Este artículo analiza los fundamentos para la implementación y funcionamiento de las tecnologías de *AI* y *blockchain*, identificando sus bases y posibilidades de aplicación en el derecho, especialmente en materia contractual, a partir de un análisis de las posibilidades de recepción por parte del sistema jurídico, el razonamiento, la lógica y la práctica jurídica, utilizando métodos de análisis e interpretación documental.

Para el desarrollo de este objetivo, inicialmente se define el concepto de inteligencia artificial y razonamiento lógico-jurídico, para luego demostrar que esta realidad no es virtual, sino que está sucediendo *hic et nunc*. En ese sentido, se identifica la aplicación de tecnologías de vanguardia o disruptivas en la práctica, señalando los avances y sus perspectivas, al tiempo que se explica la funcionalidad de las herramientas puestas a disposición por los agentes del mercado.

Posteriormente se señalan los problemas asociados al paradigma de la rigidez jurídica así como sus virtudes, con el fin de sentar las bases para futuros estudios sobre el tema, que conduzcan a superar problemas prácticos con soluciones concretas

desde la disciplina del derecho, logrando de esta forma una aplicabilidad inteligente y más estrecha de las transacciones comunes haciendo uso de la tecnología, de cara a una automatización incondicional. Se concluye con un análisis de las posibilidades y los desafíos, pero sobre todo, del deber jurídico de actualizar el ejercicio y la enseñanza del derecho.

I. El concepto de inteligencia artificial y el razonamiento lógico-jurídico

La inteligencia artificial suele definirse como la capacidad de una máquina computacional u ordenador para solucionar problemas complejos y determinados, mediante la implementación de un algoritmo, que comienza por la identificación de un problema y su delimitación, es decir, por identificar los datos o características de un problema y los resultados potenciales que puede arrojar el algoritmo¹.

Por su parte, un algoritmo computacional puede definirse como un procedimiento que se debe desarrollar respecto de una entrada de datos específica, con el objeto de dar una respuesta o realizar una acción². Por consiguiente, si se considera un algoritmo como una o más acciones por ejecutar, es necesario que tanto las entradas como las instrucciones sean un conjunto bien definido; es decir, los parámetros del algoritmo deben estar determinados previamente, los pasos a seguir deben ser un conjunto *finito* y no deben existir ambigüedades.

De manera formal, un algoritmo está asociado a una Máquina de Turing³, dada la tesis de Church-Turing según la cual una función computable, como la ejecución de una tarea, podrá decirse que es una formalización de la noción de algoritmo, como se define en la séptupla que sigue⁴:

$$M = (Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, q_a, q_r)$$

Donde

- Q es el conjunto de estados de la máquina, para efectos prácticos se puede decir que son instrucciones;
- Σ es el alfabeto de entrada, para el caso serían los posibles parámetros del algoritmo;
- Γ es el alfabeto de pila, es decir, elementos que funcionan como banderas o indicadores dentro de la máquina para su correcto funcionamiento;

1 SCHNEIDER, M. y GERSTING, J., *An Invitation to Computer Science*, New York, West Publishing, 1995.

2 CORMEN, T. et al., *Introduction to Algorithms*, 3.^a ed., Massachusetts, MIT Press, 2009.

3 Una Máquina de Turing es una máquina abstracta, y cualquier computadora actual es equivalente a una Máquina de Turing.

4 SIPSER, M., *Introduction to the Theory Computation*, 2.^a ed., Boston, West Publishing, 2006.

- δ son las funciones que permiten el cambio de un estado a otro estado e indican el comportamiento de la máquina en determinado momento;
- $q0$ es el estado desde donde arranca la máquina a procesar;
- qa representa los estados de aceptación de la máquina, en otras palabras, es el conjunto de estados finitos del algoritmo, pues este debe terminar en algún momento: luego, si la máquina termina en un estado, la máquina o el algoritmo termina satisfactoriamente, y ha realizado su tarea;
- qr son estados de rechazo respecto de los datos recibidos en los cuales la máquina no puede realizar su tarea.

En ese sentido, es posible afirmar que un algoritmo es una Máquina de Turing, es decir, una serie de pasos para llegar un fin deseado, su ejecución por un computador.

Este proceso se fundamenta en el carácter determinista de los ordenadores, lo que implica la instrucción del ordenador respecto de lo que debe hacer, dando lugar a un comportamiento único y predecible⁵. Con único se hace referencia a la facultad de la máquina para ejecutar de manera exclusiva lo previamente definido, excluyendo por completo acciones no determinadas; mientras que por *predecible* se alude a la posibilidad de anticipar el comportamiento o resultados de toda entrada o estímulo de lo definido *ad initio*, no obteniendo otro resultado diferente del predicho para una misma entrada.

Por ejemplo: sea β_i un algoritmo, cuyo conjunto de entradas es A , compuesto por elementos $(a1, a2, \dots, an)$ y $(b1, b2, \dots, bn)$; entonces, teniendo s como conjunto de ejemplos equivalente a $s = ((a1, b1), \dots, (an, bn))$, el algoritmo podrá predecir los valores para y dado x en todos los casos de s , como salidas Xz equivalentes a $x = (x1, x2, \dots, xn)$ respectivamente.

Justamente, el proceso lógico radica en la recepción de datos de entrada y en la generación de una salida. Esta operación de datos debe ser definida previamente, en cuanto a los parámetros de ejecución y funcionamiento, puesto que estas dos características son fundamentales para el funcionamiento de una Máquina de von Neumann, que es la arquitectura de constitución elemental y común en la construcción de los computadores actuales, basada en la capacidad de aceptar datos de entrada y arrojar datos de salida; además de la capacidad de almacenar datos (memoria) y procesarlos⁶.

En este sentido, en la literatura técnica, aunque se advierte la falta de consenso, suele resumirse a la *AI* en los siguientes cuatro componentes, condensados en la función f_1 ^[7]:

-
- 5 BOCCHINO, R.; ADVE, V. y SNIR, M., *Parallel Programming Must Be Deterministic by Default*, Illinois, University of Illinois at Urbana-Champaign, 1995.
 - 6 RILEY, H., *The von Neumann Architecture of Computer Systems*, California, IDSIA, 1987, 1-2.
 - 7 LEGG, S. y HUTTER, M., *A Formal Definition of Intelligence for Artificial Systems*, Suiza, IDSIA, 2018, 1-4.

M : Es el conjunto de parámetros que recibe f_1

T : Es el conjunto de salidas de f_1

$$f_1: M \rightarrow T^* \quad (1) \quad T = O \cup C$$

Donde M está conformado por:

I : capacidad de aceptar datos

S : capacidad de almacenar información

C : capacidad de creación de conocimiento

Y T está conformado por:

O : capacidad de salida de datos y C

La fórmula (1) representa la idea de un sistema inteligente compuesto por tres características: I , O , S , propias de un algoritmo. Adicionalmente, este esquema debe poseer la capacidad de generar nuevos datos con base en el conocimiento adquirido y la experiencia, componente exclusivo y fundamental de una inteligencia artificial.

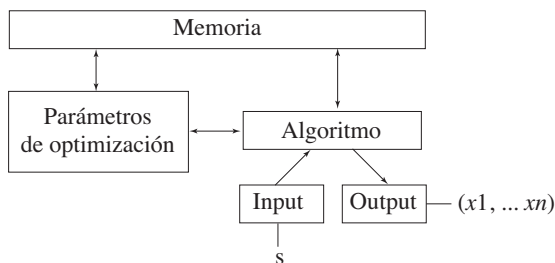
El símbolo ‘*’, que acompaña T , es la denominada *Estrella de Kleene* o *Clausura de Kleene*, y es propio de la terminología de la teoría de la computación⁸. El funcionamiento de esta estrella se basa en la combinación de todas las posibles formas y elementos que constituyen el conjunto para generar nuevos elementos del mismo conjunto, pero en este caso no es usado para los lenguajes formales sino para acciones o comportamientos posibles, que puede tener el sistema inteligente; la idea es poder combinar estados o comportamientos posibles básicos entre ellos mismos, para poder tener comportamientos adicionales, y esto es válido porque la *AI* tiene la capacidad de cambiar sus propios modelos.

En el sistema f_1 el conjunto C de salida no implica que la *AI* arroja como resultado un comportamiento al mundo exterior, sino a sí mismo, arroja una experiencia por la cual la *AI* puede transformarse a sí misma, mediante parámetros de optimización. De esta forma, un algoritmo “tradicional” dista de la *AI* en lo que se refiere a dos características constitutivas: parámetros de entrada y procesamiento y almacenamiento de la información.

La posibilidad en la cual la *AI* crea conocimiento significa que esta máquina (*machine*) ha encontrado la forma de adaptarse e interpretar su ambiente (datos de entrada) y también de arrojar resultados, es decir, este *software* se actualiza a sí mismo. Tiene la capacidad de ir cambiando su comportamiento a medida que va adquiriendo experiencia y a medida que su creador (programador) implementa nuevas

8 JIRÁSKOVÁ, G. y PALMOVSY, M., “Kleene Closure and State Complexity”, *CEUR Workshop Proceedings*, 2013, 94-100.

funcionalidades y hace correcciones –por ensayo y error–⁹⁻¹⁰. Estas relaciones se pueden observar en el siguiente gráfico:



Para los efectos del presente trabajo, la *AI* es un conjunto de técnicas para desarrollar algoritmos que trabajan de forma compleja en ambientes complejos. Una de sus características disruptivas es la disposición temporal de parámetros predispuestos, lo cual implica que en principio la *AI* no requiere una definición exacta de los parámetros necesarios de un algoritmo “tradicional” para ejecutarse, en tanto estos programas tienen la capacidad de identificar tipos de datos, la forma o formato de los datos que están recibiendo.

Claramente los algoritmos de la *AI* deben tener definida una familia de conjuntos de datos esperados como parámetros, es decir, no son capaces de procesar cualquier tipo de datos ingresados, pero existe un grado de libertad en cuanto a la *no definición* estricta del tipo de datos que recibirá, que pueden variar en el tiempo por la capacidad de estos algoritmos de adaptarse a su ambiente mediante la aplicación de experiencia, desarrollando nuevas formas de comportamiento dependiendo de los parámetros recibidos. En el ejemplo anterior, si el algoritmo no es β_t sino β_{ai} , podrá solucionar problemas del orden para a dado b , no solo en el conjunto s sino en otros casos. En consecuencia, conforme al desarrollo temporal, una *AI* puede prescindir o no prescindir de más datos para trabajar. Pero no es solamente una cuestión de necesitar un menor o un mayor número de datos para su funcionamiento, sino que es el propio funcionamiento del algoritmo a través del tiempo el que será transformado por sí mismo, adaptando su desempeño¹¹.

Entonces, la *AI* tiene la posibilidad de usar ordenadores para resolver problemas complejos, donde se requiere no solo la generación de un resultado, sino también

9 DENG, L., “Artificial Intelligence in the Rising Wave of Deep Learning: The Historical Path and Future Outlook”, *IEEE Signal Processing Magazine*, 2018.

10 KAPLAN, J., *Artificial Intelligence: What Everyone Need to Know*, New York, Oxford University Press, 2016.

11 El éxito de la solución de un problema depende de la exposición de la *AI* a su ambiente, es decir, de las veces que se ha expuesto un algoritmo a su familia de datos. Por ahora, la *AI* trabaja a partir de bases de datos que contienen grandes volúmenes de información, que son los datos sobre los que debe ser probada y sobre los que debe funcionar; de hecho, por el momento no es posible que una *AI* funcione sin datos. KAPLAN, J., *Artificial Intelligence*, New York, Oxford University Press, 2016.

la capacidad de dicho algoritmo para trabajar de forma eficiente sobre su ambiente de datos, adaptando y modificando su comportamiento para no solo responder a entradas de datos de tipo: *if (condition) do: (statement or behavior)**, sino agregar funcionalidades a través del tiempo, usar métodos y herramientas estadísticas y probabilísticas para decidir sobre ejecutar o abordar un problema.

En este sentido, la *AI* como proceso de *machine learning* permite que algoritmos programáticos o *learning algorithms* aprendan de bases de datos determinadas, reaccionando a datos completamente nuevos, y aplicando resultados adecuados; es decir, realizar correctamente sus tareas, con instrucciones limitadas o sin instrucciones de ejecución de tareas específicas¹². Estos programas utilizan la iteración, un proceso de alimentación repetitiva de datos en un algoritmo, para mejorar sus resultados. Con el tiempo, estos programas pueden hacer sus propios juicios basados en datos previos de tareas similares, pero no idénticas¹³.

Esta capacidad de retroalimentación y adaptación del algoritmo a sus parámetros de entrada permite los cambios de modelos básicos constitutivos del algoritmo para generar nuevas capacidades, por medio de técnicas de programación, para que el algoritmo se autoprograme¹⁴⁻¹⁵⁻¹⁶.

Considerando esta posibilidad, el campo de la *AI* se puede dividir en cinco componentes, cada uno de los cuales se basa en cambios de comportamiento a lo largo del tiempo, enfocados a cumplir mejor el sentido de propósito definido en acciones y decisiones. Ellos son: juegos (*game playing*¹⁷), sistemas expertos (*expert systems*¹⁸),

12 En los últimos años, la potencialidad computacional ha hecho factible y efectiva la denominada *deep learning* (DL), subconjunto del *machine learning* (ML) como unidad. Este enfoque de la *AI* permite a las aplicaciones predecir resultados de manera más precisa sin estar programadas específicamente, al analizar una gran cantidad de factores vinculados por una compleja red de interrelaciones. No obstante, el costo asociado a la implementación de DL es mayor que el de la implementación de ML, por lo cual su aplicación comercial es aún limitada. Rajendra House of Bots, *Deep Learning vs. Machine Learning A Data Scientist's Perspective*, [en línea], disponible en: <http://houseofbots.com/news-detail/1363-1-deep-learning-vs.-machine-learning-a-data-scientists-perspective> [Consultado el 29 de octubre de 2017].

13 SEMMLER, S. y ROSE, Z., "Artificial Intelligence: Application Today and Implications Tomorrow", *Duke Law & Technology Review*, n.º 16, 2017, 444.

14 BRIDGE, J.; HOLDEN, S. y LAWRENCE, C., "Machine Learning for First-order Theorem Proving", *Journal of Automated Reasoning Manuscript*, 2000, 1-30.

15 SHALEV, S. y BEN, S., *Understanding Machine Learning from Theory to Algorithms*, New York, Cambridge University Press, 2014, 19-27.

16 SMOLA, A. y VISHWANATHAN, S., *Introduction to Machine Learning*, New York, Cambridge University Press, 2008, 1-14.

17 El *game playing* implica la programación de computadoras para jugar juegos, en los cuales la velocidad y el poder computacional son fundamentales, como el ajedrez contra oponentes humanos o máquinas.

18 Los sistemas expertos son sistemas programados que permiten que las máquinas capacitadas tomen decisiones dentro de un dominio muy limitado y específico. Los sistemas expertos dependen de una enorme base de datos de información, pautas y reglas que sugieren la decisión correcta para la situación en cuestión.

redes neuronales (*neural networks*¹⁹), procesamiento del lenguaje natural (*natural language processing - NLP*) y programación robótica (*robotics programming*)²⁰.

A este propósito, una de las aplicaciones más importantes del aprendizaje automático es el procesamiento del lenguaje natural. Este campo simula la forma en la cual los humanos adquieren información mediante el uso de un lenguaje natural. El objetivo del *NLP* es determinar un sistema de símbolos, relaciones e información conceptual que pueda ser utilizado por la lógica de la computadora para comunicarse con los humanos, al implementar las capacidades de traducir, analizar y sintetizar el lenguaje²¹. El alcance del *NLP* implica la posibilidad de que un sistema interprete y comprenda preguntas en cualquier idioma (*e. g.*, en inglés), mediante el análisis de las palabras, la estructura de las oraciones, la sintaxis y los patrones de las comunicaciones humanas, interiorizando sus trasfondos funcionales y prácticos²².

Otras técnicas que se usan en la construcción y funcionamiento de *AI* son las *redes neuronales* y la *minería de datos*. La primera se refiere a un sistema compuesto de subsistemas interconectados entre sí (en paralelo), que responde de manera conjunta a señales de activación; cada subsistema tiene capacidad autónoma de procesamiento, que lo interconecta a otras unidades, con instrucciones de activación para dar respuesta a diferentes entradas²³. Por otra parte, la minería de datos comprende la búsqueda, mediante algoritmos, de patrones en bases de datos por medio de probabilidad y estadísticas²⁴.

Este panorama representa un ejemplo del estado de la literatura y sus resultados en los desarrollos de *AI*. Resultan interesantes los posibles enlaces entre los ramos de estas tecnologías y las posibilidades del sistema jurídico. De ahí que el procesamiento de lenguaje natural, las bases de datos, el análisis de imágenes, la clasificación automática, el reconocimiento de voz, entre otras tantas posibilidades, tengan la potencialidad de generar implicaciones importantes para la informática jurídica, tendientes a reemplazar el procesador humano con un procesador de máquina y a lograr que una máquina entienda por completo la entrada de lenguaje natural y luego la transforme adecuadamente según una funcionalidad específica.

19 Las redes neuronales son un campo inspirado en el cerebro humano, e intentan definir con precisión los procedimientos de aprendizaje simulando las conexiones neuronales físicas del cerebro humano, incluyendo el pensamiento dinámico.

20 JANET, F. y DIX, A., *An Introduction to Artificial Intelligence*, London, UCL Press, 1996.

21 Una de las aplicaciones más actuales de *NLP* es el uso de *chatbots*, que son agentes de conversación que interactúan con los usuarios, en un determinado dominio o en un determinado tema, con lenguaje natural. CORVALAN, J. G., “Artificial Intelligence: Challenges and Opportunities - Prometea: The First Artificial Intelligence of Latin America at the Service of the Justice System”, *Revista de Investigaciones Constitucionales*, 5, 2018, 295.

22 SEMMLER y ROSE, *Artificial Intelligence*, cit., 87.

23 SCARSELLI, F. et al., “The Graph Neural Network Model”, *IEEE Transactions on Neural Network*, n.º 20, 1, 2009, 64-70.

24 GALVAO, N. y FATIMA, M., “Data Mining: A Literature Review”, *Acta*, vol. 22, n.º 5, 2009, 686-690.

En efecto, las posibilidades de aplicación de la *AI* en el campo jurídico dependen en gran medida de la naturaleza del proceso de razonamiento jurídico (*legal reasoning process*) y la forma en la cual trabajan los abogados. Tradicionalmente, en el proceso cognitivo del derecho pueden diferenciarse dos tesis. Por una parte, posturas como la de Oliver Wendall Holmes, uno de los exponentes del realismo jurídico estadounidense, quien afirmó que “la vida de la ley no ha sido lógica, sino que ha sido experiencia”, motivo por el cual ha sido difícil formalizar tales procesos y predicciones²⁵, posibilidad que podría considerarse imposible si se entiende el conocimiento jurídico como el núcleo mismo de la jurisprudencia y la filosofía²⁶.

Por otra parte, existe el paradigma *lógico-formalista* o de los defensores de un enfoque purista, según el cual el conocimiento jurídico es completamente lógico. Este ideal parte de un formalismo bien definido, como el cálculo de predicados y métodos de lógica deductiva clásica, para lograr inferencias hechas a partir de premisas o de un conjunto de axiomas explícitos, del tipo de lógica proposicional condicional, generalmente en la forma lógica “si *p*, entonces *q*”, donde *p* y *q* representan dos proposiciones constituyentes. En los términos de este esquema condicional, una regla legal o cláusula establece que si la proposición *p* (la condición) es verdadera, entonces este hecho garantiza que la proposición *q* (la conclusión) también es verdadera, es decir, una regla que puede caracterizarse a partir de su definición como “verdadera” o “falsa”²⁷.

La discusión previa es equidistante de las posibilidades del derecho como tecnología²⁸. En consecuencia, la posibilidad de aplicar el carácter lógico-formal como adjetivo del derecho concreta la mayor potencialidad para la aplicación de *AI* en los procesos de razonamiento jurídico. Las evidencias racionales del modelo jurídico, tanto anglosajón como continental, implican la superposición de sistemas de análisis de normas o casos (doctrina jurisprudencial), en las cuales se razona así: las reglas de derecho se derivan de normas legales o judiciales “registradas”, estas reglas se aplican a situaciones fácticamente similares para obtener resultados consistentes. Este orden supone un razonamiento directo, según el cual es posible realizar deducciones

25 En este aspecto resulta interesante el planteamiento de los dilemas de Jørgensen.

26 HARRIS, V., “Artificial Intelligence and the Law - Innovation in a Laggard Market”, *Journal of Law and Information Science*, n.º 3, 1992, 289-290.

27 BARNDEN, J. y DONALD, P., “Artificial Intelligence, Mindreading, and Reasoning in Law”, *Cardozo Law Review*, n.º 22, 2001, 1393.

28 Una gran parte de los problemas clásicos en el derecho están relacionados con el uso de conceptos abstractos en la regulación de los asuntos humanos. Dworkin basa en gran medida su análisis de la discrecionalidad judicial en su “distinción lógica” entre “reglas jurídicas” y “principios jurídicos”; por su parte, Hart y Fuller dedican una parte de su debate sobre el positivismo jurídico a una disputa sobre el “núcleo”, la “penumbra” y la “textura abierta” de los conceptos legales; y Levi describe la ley como el mejor ejemplo de un “sistema de clasificación en movimiento”, viendo en esta descripción una explicación de muchas de las características desconcertantes del proceso legal. Ver THORNE MCCARTY, L., “Reflections on Taxman: An Experiment in Artificial Intelligence and Legal Reasoning”, *Harvard Legal Review*, n.º 5, 1977, 839.

a partir del conjunto de axiomas explícitos, es decir, una función del paradigma platónico de lógica.

A su vez, del conjunto de reglas pueden derivarse principios que se pueden aplicar a cualquier situación dentro del conjunto de los casos de la disciplina jurídica para obtener un resultado consistente con las reglas mediante observación, estudio o experimentación. Tal sistema es estático. Y una vez que se deriva la regla, su aplicación produce el mismo resultado en casos similares sin excepción, lo que, en el *common law*, podría asimilarse al principio de *stare decisis*.

Incluso este razonamiento es aplicable a la interpretación constitucional, en cuanto es un subsistema jurídico, y en tanto la hermenéutica y la heurística tienden a ser determinadas o determinables, lo que las hace predictivas, aunque con un mayor margen de incertidumbre²⁹. Es decir que, incluso con un alto grado de vaguedad, el derecho resulta estructuralmente lógico.

En la práctica profesional, la lógica formal tradicional resulta en muchas ocasiones poco útil, porque esta lógica asemejada al razonamiento deductivo de las matemáticas difiere del razonamiento práctico que realmente emplean los abogados, más flexible por naturaleza y más complejo por definición. Como afirma Vern R. Walker: “*We are a pragmatic profession*”³⁰. Al menos en varios aspectos este es el criterio preponderante, si bien no pasa lo mismo con el tema contractual, predispuesto a sistemas lógicos más rígidos, con operadores epistémicos y deónticos bien definidos.

Estas conclusiones son especialmente opuestas o trágicas, como en la teoría de la argumentación. Puesto que los principios y las reglas tienen comportamientos diferentes en cada sistema jurídico, esta diferencia implica una carga adicional en la racionalidad justificativa en relación con los principios de textura abierta o “zonas de penumbra”, en términos de Hart, aunque no sean imposibles de modelar, como ya se ha señalado³¹.

La lógica jurídica tiene virtudes evidentes, sus conjuntos de axiomas y métodos de inferencia están bien definidos en la mayoría de los casos, de tal forma que están abiertos al escrutinio, la evaluación, la comprobación de errores y el desarrollo basado en principios. Lo que significa que el conjunto de datos jurídicos de entrada tiene la aptitud de estar gobernado por reglas y convenciones lo suficientemente claras y coherentes para lograr ser procesadas por funciones específicas, de las cuales los modelos de *ML* pueden aprender, mediante la optimización de los parámetros de heurística de los algoritmos según el contexto.

29 LASHBROOKE, E. C. JR., “Legal Reasoning and Artificial Intelligence”, *Loyola Law Review*, n.º 34, 1988, 289-295.

30 VERN, R., “Discovering the Logic of Legal Reasoning”, *Maurice A. Deane School of Law at Hofstra University*, n.º 34, 4, 2007, 1960.

31 BRASIL, S. JR., “Rules and Principles in Legal Reasoning. A Study of Vagueness and Collisions in Artificial Intelligence and Law”, *Information and Communication Technology Law*, n.º 10, 2001, 69.

Por tanto, el modelado de *AI* debe emplear un método híbrido, al igual que el razonamiento humano. El punto no es que el razonamiento pragmático y la deducción clásica sean rechazados, sino que ambos deben conjugarse³² como posibilidades adjetivas en la *AI*, considerando que ninguna vertiente resulta ilógica, y que, por el contrario, pueden ser modelados, y a partir de ellos la máquina pueda aprender y transformarse para comprender las dinámicas jurídicas.

II. Inteligencia artificial y tecnología *blockchain* en los contratos: verdadera evolución de la práctica jurídica

Con el objeto de la *AI* definido, y las anotaciones sobre posibles soluciones a los problemas de su aplicación en el razonamiento jurídico, es posible entender claramente las propuestas tecnológicas de *AI* en materia contractual, específicamente en los esquemas de contratación. Por ende, es oportuno evidenciar su aplicación en productos o servicios propios de la *AI* en el mercado, objeto de especial interés para este escrito. Así, a continuación se presentan algunos servicios y empresas con este enfoque, según su ramo.

Tabla 1. Servicios y productos propios de la *AI* en el mercado

Revisión contractual	<i>Kira Systems</i> . La compañía de <i>software</i> basado en <i>AI</i> <i>Kira</i> (kirasystems.com) aplica <i>machine learning</i> para analizar y extraer disposiciones concretas, entre otros datos relevantes de los contratos y demás documentos, proporcionando información más rápido de lo que es posible por otros medios al utilizar modelos personalizados de <i>ML</i> que pueden identificar con precisión prácticamente cualquier cláusula, en inglés o en cualquier idioma de escritura latina.
	<i>LawGeex</i> . <i>LawGeex</i> (lawgeex.com) es una plataforma de revisión de contratos en línea. Puede cargar 20 tipos diferentes de contratos, y en el curso de las siguientes 24 horas emitirá un análisis profundo de lo que es bueno, malo, inusual o problemático. Incluso señalará las cláusulas que faltan en el contrato. Logra este análisis comparando contratos concretos con sus bases de datos de miles de documentos similares.
	<i>Beagle</i> . El <i>software</i> de <i>Beagle</i> (beagle.ai) revisa el lenguaje del contrato propuesto, de manera muy rápida, resalta las cláusulas clave para la aceptación o el rechazo, y aprende las preferencias del usuario con base en cláusulas aceptadas o rechazadas.
	<i>Luminance</i> . <i>Luminance</i> (luminance.com) es una plataforma de revisión de contratos basada en <i>AI</i> , que ofrece soluciones legales en procesos de <i>due diligence</i> . Pone en práctica el <i>Big Data</i> y su diseño intenta reflejar el modo de pensar de los abogados.

32 Existe un gran conjunto de lógicas aplicables al derecho, tanto clásicas (lógica silogística) como no clásicas (lógica deóntica, de acción, de contextos y difusa, entre otras tantas).

Análisis contractual	<i>eBrevia</i> . El <i>software</i> de <i>eBrevia</i> (ebrevia.com) usa <i>AI</i> , <i>machine learning</i> y tecnología de <i>NLP</i> para examinar rápidamente las copias impresas y escaneadas de los documentos relevantes, generando un documento separado, para exponer la información que se extrajo de una manera organizada y sistemática.
Redacción de contratos	<i>jEugene</i> . <i>jEugene</i> (jeugene.com) aplica <i>machine learning</i> al proceso de redacción de documentos jurídicos, corrigiéndolos y destacando posibles errores que puedan afectar tanto la validez como la aplicabilidad del contrato.
Asistencia en litigios con enfoque contractual	<i>UnitedLex</i> . <i>UnitedLex</i> (unitedlex.com/technology) es una empresa global de servicios legales y comerciales, enfocada en el soporte de litigios, soluciones de contratación digital, monetización de propiedad intelectual (<i>PI</i>), optimización del departamento jurídico (firma) y ciberseguridad.
	<i>Ross Intelligence</i> . <i>Ross Intelligence</i> (rossintelligence.com) reduce el tiempo que le toma a un abogado llevar a cabo investigaciones jurídicas sobre un caso al aplicar <i>AI</i> a tareas repetitivas.
	<i>Axiom</i> . La firma <i>Axiom</i> (axiomlaw.com), con el respaldo de tecnología <i>AI</i> , ofrece asistencia complementaria para proyectos jurídicos de gran envergadura; además proporciona servicios que reducen los costos, como el análisis de contratos y las alertas de actualización legislativa y reglamentaria.

Fuente: elaboración propia, a partir de KEISER, BARBIE E., “Artificial Intelligence and the Law”, en *Online Searcher*, vol. 41, 3, 2017, 16-20, y SEAN SEMMLER y ZEEVE ROSE, “Artificial Intelligence: Application Today and Implications Tomorrow”, *Duke Law & Technology Review*, 16, 2017, 87-89.

Los ejemplos de aplicación de *AI* en materia de contratación son ostensibles. En la práctica, un reciente estudio de la firma *LawGeex* realizó un experimento en que se puso a competir a veinte abogados experimentados contra un sistema de inteligencia artificial entrenado en detectar errores contractuales. Los participantes dispusieron de cuatro horas para revisar cinco acuerdos de confidencialidad en búsqueda de treinta usuales problemas legales en los contratos comerciales³³.

Revisadas y estudiadas más de tres mil cláusulas y 152 párrafos el sistema de inteligencia artificial fue capaz de encontrar el 94 % de los errores planteados, mientras que los abogados pudieron detectar el 85 % de los yerros³⁴.

Esta diferencia podría parecer poco significativa, sin embargo, en el ámbito temporal la distancia fue enorme. La mayoría de los juristas realizó la labor en hora y media, el abogado más ágil en 51 minutos y el sistema de inteligencia artificial en 26 segundos³⁵.

La inteligencia jurídica artificial resultó más eficaz y eficiente, y ejemplos como este se multiplican cada vez más en todas las ramas del derecho. En este nuevo escenario es imperioso reconocer oportunidades estratégicas que mejoren la in-

33 SEAN, S. y ZEEVE, R., “Artificial Intelligence: Application Today and Implications Tomorrow”, *Duke Law & Technology Review*, 6, 2017, 88.

34 *Ibíd.*, 88.

35 *Ibíd.*, 89.

vestigación, diseño y desarrollo de modelos alternos a las tradicionales formas de prestación de servicios legales, que de forma sistemática y sostenible se acoplen y aprovechen el potencial de los avances tecnológicos de la economía global del conocimiento, implementando tecnologías cognitivas interactivas, estables y de uso sencillo que contribuyan a la solución de problemas, mediante la elevación de los estándares de calidad, la optimización de la eficiencia operacional y la disminución de la complejidad y los costos de los servicios legales.

Otra aplicación interesante en materia contractual son los denominados *artificial agents*, presentes en los sitios web de compras, en los cuales un algoritmo más o menos autónomo consulta la base de datos del vendedor, los datos del comprador y establece los términos de la transacción³⁶.

Para comprender esta posibilidad es necesario delimitar la *informática jurídica decisional*. Esta área tiene por objeto la utilización de sistemas expertos, que brinden soluciones certeras a problemas jurídicos determinados, o al menos auxilien y apoyen la toma de decisiones idóneas para resolver dichos problemas³⁷.

Estos programas imitan el comportamiento humano y hacen preguntas hasta que puedan identificar un objeto que se relacione con sus respuestas. Utilizan la información que el usuario les proporciona para emitir un resultado sobre cierta materia y proporcionar respuestas que, atribuidas a los humanos, presuponen procesos inteligentes de carácter heurístico, no algorítmico³⁸.

Los sistemas expertos son conocimientos especiales estructurados que, acoplados a un mecanismo de inferencia, mediante la simulación del razonamiento de expertos humanos y no de acuerdo con instrucciones preestablecidas, extraen conclusiones a partir de la información suministrada al sistema por un especialista, generalmente en forma de “pregunta-respuesta”³⁹.

Un sistema experto está conformado por un conjunto de conocimientos especializados sistematizados en una base de datos bien estructurada; un sistema cognitivo, motor de inferencias lógicas o reglas de razonamiento que describen los métodos para tomar decisiones en un campo especializado, y una interfaz con un lenguaje capaz de poner en comunicación al usuario con el sistema⁴⁰⁻⁴¹.

36 CHOPRA, S. y WHITE, L., “Artificial Agents and the Contracting Problem: A Solution Via an Agency Analysis”, *Journal of Law, Technology and Policy*, n.º 3, 2009, 363.

37 RÍOS, J., “Derecho e informática en México”, *Informática Jurídica y Derecho de la Información*, México, UNAM, 1997, 62.

38 MARTÍNEZ, C., “La inteligencia artificial y su aplicación al campo del derecho”, *Alegatos*, Universidad Tecnológica de México, 2012, 829.

39 RÍOS, “Derecho e informática en México”, cit., 62.

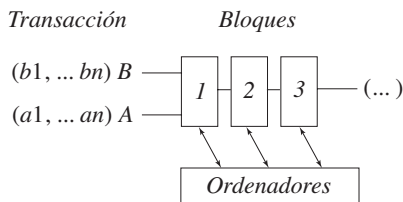
40 Ibíd., 64.

41 El *software* dinámico, que aprende y mejora de manera continua, se crea a partir de dos técnicas: (i) sistemas supervisados, en los que la máquina aprende desde el conjunto de variables, casos y datos predeterminados, estructurados e ingresados en su totalidad por su creador, y (ii) sistemas no supervisados, en los que el desarrollador provee un conjunto de datos, no necesariamente estructurados, de los cuales el sistema por sí mismo debe identificar, extraer y procesar la data relevante, sacar

Actualmente estamos viendo la irrupción de *artificial agents* y del *chatbot*, sistemas automatizados no solo aptos para asesorar la atención comercial del cliente y la asistencia de sus trámites utilizando herramientas especialmente configuradas para comunicarse en lenguaje natural con el usuario (PNL), sino además con la capacidad de tomar decisiones con base en modelos predictivos de alta precisión estadística dados por técnicas de *machine learning*⁴².

Otra gran irrupción en la práctica comercial, y tal vez la más actual, es la de los denominados “contratos inteligentes” (*smart contracts - SC*)⁴³. Esta tecnología se fundamenta en instrucciones electrónicas autoejecutables redactadas en código de computadora. Esto permite que una computadora lea el contrato y en muchos casos ejecute las instrucciones. Todo esto con las posibilidades que ha traído la tecnología *blockchain*, que proporciona seguridad y precisión en las transacciones⁴⁴.

Precisando, una *blockchain* es una base de datos distribuida en diferentes ordenadores (descentralizada), agrupada en bloques enlazados en forma de cadena y protegidos con complejos algoritmos matemáticos que utilizan seguridad criptográfica, organizando transacciones relacionadas entre sí. Este sistema parte de la idea de una red global (privada o pública) de ordenadores que gestionan una gigantesca base de datos, a partir de nodos (ordenadores) que se comunican entre sí, a través de protocolos o estándares comunes que vinculan a la red entre pares o P2P (*Peer-to-Peer*), todo ello en un sistema descentralizado de ordenadores iguales entre sí, los cuales guardan registro permanente e inmutable de las transacciones⁴⁵. Estas ideas se pueden graficar de la siguiente manera:



conclusiones, estructurar estadísticas y hacer predicciones. Ver OSPINA N., “Inteligencia artificial: toma de decisiones y regulación”, *Ámbito Jurídico*, 2017, 1.

42 OSPINA, *Inteligencia artificial*, cit., 1.

43 El término “*smart contract*” fue acuñado en 1994 por Nick Szabo y definido como “[a] *computerised transaction protocol that executes the terms of a contract. The general objectives of smart contract design are to satisfy common contractual conditions (such as payments terms), minimise expectations and minimise the need for trusted intermediaries*”. MASON, J., “Intelligent Contracts and the Construction Industry”, *Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction*, n.º 9, 2017, 3.

44 O’SHEILS, R., “Smart Contracts: Legal Agreements for the Blockchain”, *North of Carolina Banking Institute*, 2017, 179.

45 PREUKSCHAT, A. et al., *Blockchain: la Revolución Industrial de Internet*, España, Centro Libros, 2017, 23-25.

Ahora bien, la criptografía es uno de los elementos esenciales de la tecnología *blockchain* y consiste en un procedimiento algorítmico con clave mediante la cual se transforma un mensaje en secreto, descifrable mediante una clave del algoritmo empleado. Por supuesto, otro aspecto necesario para entender este tipo de tecnología es la cadena de bloques misma, que consiste en la base de datos diseñada para el almacenamiento de los registros realizados por los usuarios, en la cual, a través de la estandarización de protocolo, los bloques adquieren validez, para ser incorporados en cadena de bloques, de forma que puedan emitirse otros bloques, permaneciendo inalterable la información registrada a través de la criptografía. En fin, un tercer elemento es el consenso entre los usuarios comunes de la *blockchain*, que cuentan con copia de las transacciones⁴⁶.

Por ejemplo, en materia contractual, en una transacción hipotética entre A y B, una vez que A ha entregado un bien o prestado un servicio, el contrato inteligente prevé el envío de una instrucción de cambio a la base de datos de registros distribuidos (*DLT*), es decir una *blockchain*, con la información de que parte de sus unidades de valor (bienes y servicios) ahora pertenecen a B, de forma irrevocable y sin que A o B o terceros puedan interferir en el cumplimiento de la transacción. Pero, si faltare el pago de B antes de la entrega, podría la tecnología del contrato inteligente abstenerse de ejecutar las instrucciones o suspender el servicio.

La tecnología de los *smart contracts* (*SC*) requiere la definición de los términos del contrato, es decir, las instrucciones de ejecución de las obligaciones, que se deposita en un registro *blockchain*, que ante una entrada predeterminada tendrá una salida autoejecutable. Esto no solo elimina los riesgos asociados a la contraparte y al fraude, al garantizar la ejecución autónoma, sino que prescinde por completo de intermediarios, reduciendo los costes de transacción a una ínfima parte.

En la actualidad, plataformas como *Ethereum*, *Neo*, *Codius* o *Rootstock* ejecutan contratos inteligentes mediante *blockchain* personalizados, lo que se traduce en un crecimiento en el número de transacciones en los últimos tres años⁴⁷. Esta tecnología tiene un gran número de usos potenciales en expansión, en especial en la industria *Fintech*: en transacciones monetarias, financiamiento comercial, negociación de instrumentos financieros, transacciones sindicadas de préstamos y liquidación de valores. Y además, en registro inmobiliario, en el cual sus cualidades de seguridad, inmutabilidad, permanencia y certificado son aptas para cumplir los objetivos de este tipo de registros.

Desde la perspectiva del consumidor, las posibilidades de aplicación de *AI* en los esquemas contractuales pueden proporcionarle especial protección a sus intereses. En especial considerando los imprácticos contratos de adhesión, que no definen adecuadamente la voluntad de las partes, pues su nivel de complejidad impide de por sí que un consumidor pueda hacer una elección respecto de la conclusión o no del

46 Ibid., 26-27.

47 Estadísticas al respecto pueden ser consultadas en: <https://blockchain.info/es>

contrato. En cambio, la utilización de contratos inteligentes, diferentes herramientas de *AI* (informática jurídica documental, informática jurídica de gestión y control, informática decisional) y el uso de agentes electrónicos permitirían buscar términos favorables en la red e incluso la negociación de contratos dentro de los límites establecidos. Con seguridad, los consumidores podrán celebrar contratos basados en los términos más favorables del mercado, informados por herramientas de la *AI*⁴⁸.

III. Los problemas del paradigma y la aplicación de nuevas tecnologías en el derecho contractual privado

De la definición de contrato del artículo 864 c. de co. es posible extraer dos elementos esenciales de todo contrato: el acuerdo de dos o más partes (consenso) y la relación jurídica patrimonial obligacional constituida (objeto). Como esquema de contratación en sentido dinámico, deben considerarse la existencia de una oferta, una aceptación, una consideración o causa y las cláusulas de comportamiento y previsión.

Las manifestaciones de la autonomía de la voluntad privada por consenso pueden expresarse libremente⁴⁹, ya sea de forma escrita o verbal, y en este caso en instrucciones de computadora (en lenguaje de programación como C#, VB.Net, F#, Java y Kotlin) y en algoritmos, incluido el código autoejecutable, que, en virtud del principio de equivalencia funcional establecido en la Ley 527 de 1999, posee los mismos efectos jurídicos que los medios tradicionales de manifestación de la voluntad. Asimismo, todo contrato implica la creación de obligaciones de tipo personal o real, ya sea de forma sinalagmática o unilateral, produciendo efectos jurídicos *inter partes*.

Respecto de las cualidades de las obligaciones, las de dar representan posibilidades de ejecución diversas, entre ellas el pago electrónico; esto a diferencia de las obligaciones de hacer o abstenerse, las cuales se circunscriben a comportamientos humanos que resultarían externos a un sistema. En efecto, las obligaciones de dar pueden ser cumplidas fácilmente por medios electrónicos a través de transferencias bancarias, por ejemplo⁵⁰. Lo anterior excluye las obligaciones de hacer y no hacer de las posibilidades de aplicación de *AI* y *SC*, pues generalmente se encuentran limitadas a acciones propiamente humanas, y como resultado solo aquellos contratos que impliquen intercambios monetarios son susceptibles de ser objeto de aplicabilidad de *AI* o de tecnología *blockchain*.

48 O'SHIELDS, *Smart Contracts*, cit., 181-183.

49 De esta definición quedan excluidas las manifestaciones volitivas sometidas a solemnidades de tipo *ad substantiam actus*. Evidentemente, las exigencias legales actuales de este tipo contractual se extraen de las posibilidades de implementación de los *smart contracts*.

50 ILLESCAS, R., *Derecho de la contratación electrónica*, Pamplona, Aranzadi, 2009.

En este contexto es pertinente preguntar: ¿un contrato inteligente es un contrato en sentido jurídico? Puntos de vista como los señalados por Álvaro Macías, citando a Giuseppe Grosso, apuntan a que, “donde la ejecución de lo prometido pende de la facultad y/o libertad del deudor, hay una obligación; de lo contrario, cualquier convenio que verse sobre eventos que necesariamente van a ocurrir, resulta inútil y, por tanto, no surge ninguna obligación”⁵¹. Aunque en la práctica esta pueda ser una respuesta audaz, esta tesis ignora la esencia de los contratos, más allá de una construcción filosófica, pues es necesario que siempre concurren los dos elementos precitados (consenso y objeto) para poder afirmar que existe un contrato. En este punto, vale la pena aclarar que no todos los SC suponen un contrato, por ejemplo, los depósitos de una cuenta en otra cuenta, aun cuando se ejecuten por un SC, no constituyen un contrato, sino más bien una redirección⁵².

Conforme a la tesis de las dos condiciones jurídicas para la existencia del contrato, podemos suponer que, tratándose de contratos inteligentes o SC, las fuentes de derecho a aplicar serán en general las normas civiles y mercantiles clásicas, pero en especial la Ley 527 de 1999, que homologa las reglas de los artículos 14 a 25 sobre formación y validez de los contratos. Como consecuencia, también serán aplicables las regulaciones en materia de derechos del consumidor, factura electrónica, etc., que enriquecen y definen estas tecnologías en el contexto jurídico colombiano.

La particularidad de los contratos inteligentes frente a los contratos tradicionales radica en la eliminación de la posibilidad de incumplimiento, obligando a las partes a cumplir sus acuerdos originales, pues los mismos son objetivamente garantizables y computacionalmente verificables desde una entrada externa (*on-chain*).

Estas transacciones suponen limitaciones en la aplicación de conceptos como la buena fe, por cuanto los deberes derivados de este concepto abstracto no son un catálogo cerrado de acciones medibles o un resultado finito evaluable. Lo que ciertamente, por lo menos por ahora, restringe las transacciones susceptibles de expresarse en SC a la ejecución de instrucciones de pago simples⁵³. En consecuencia, el número de contratos automatizables es reducido, pero no insignificante, pues la mayoría de transacciones implican intercambios computacionalmente determinables, aunque persiste el reto de lograr una mayor proyección a la complejidad de la realidad, pero sin depender de entidades externas e inseguras.

Otro aspecto singular que plantea el uso de tecnología *blockchain* es la posibilidad de redactar contratos inequívocos, eliminando así la ambigüedad y el riesgo significativo que representa. Para un programador, la ambigüedad es un factor ne-

51 MACÍAS, A., “Retos teóricos de los contratos inteligentes: la posibilidad de incumplimiento como elemento estructural de la obligación jurídica”, *Competencia Económica y Consumo*, 16 de octubre de 2018, disponible en: <https://propintel.uexternado.edu.co/retos-teoricos-de-los-contratos-inteligentes-la-posibilidad-de-incumplimiento-como-elemento-estructural-de-la-obligacion-juridica-2/>

52 BOURQUE, S. y TSUI, F., “A Lawyer’s Introduction to Smart Contracts”, *Scientia Nobilitat*, 2014, 10.

53 MIK, E., “Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity”, *Law, Innovation and Technology*, 2017, 21.

gativo *per se*, pero para el mundo de las transacciones económicas la ambigüedad tiene ventajas, pues, si bien puede aumentar el potencial de disputas sobre el alcance exacto de las obligaciones de las partes, también crea flexibilidad, al permitir la negociabilidad y la adaptabilidad⁵⁴.

Podría afirmarse que las partes en un *SC* no tienen margen de flexibilidad en la negociación, en la redacción del contrato, en su cumplimiento ni en su modificación; en efecto, la ejecución de la obligación ha dejado de ser un acto voluntario en este tipo de contratos, y nadie puede oponerse a su realización, aun si el contrato es inválido por causas de orden imperativo. La aplicación de este tipo de tecnologías reemplaza el contrato semántico por un contrato en código autoejecutable, que no incorpora usos y prácticas, limitando la teleología contractual⁵⁵⁻⁵⁶.

Este límite representa la necesidad de articular diferentes manifestaciones de *AI*, que incorporen un trasfondo comercial más complejo de incertidumbre normal (o aceptable) en los negocios, como cuando hay ejecución sucesiva de los mismos, tan común en las prácticas mercantiles (p. ej., utilizando *machine learning*), aprovechando el rendimiento perfecto y los menores costos de transacción resultantes de la eliminación de intermediarios y aplicación de *AI*.

Es interesante, ante la utilización de *artificial agents*, observar el desarrollo jurídico de los consensos contractuales. *Exempli gratia*, el contrato A es concluido y determinado por los agentes A_1 y B_1 , que no son personas jurídicas, por lo tanto, no son partes del contrato, pero ambos determinan por completo el acuerdo (consenso material), con lo cual las partes reales desconocen los términos del contrato particular celebrado por sus *artificial agents*⁵⁷. Entonces, ¿cómo puede atribuirse el consenso contractual requerido a las partes?

Una posible solución es aducir la existencia de acuerdos de respaldo sobre las acciones del agente, es decir, una manifestación de las partes de aceptar los términos y condiciones generales del contrato de forma anticipada⁵⁸. Esta solución apunta a flexibilizar el concepto de consenso, desligando los términos del acuerdo y centrándose en la aceptación o consentimiento sobre el acuerdo esencial.

Propuestas más audaces implican reconocer en los agentes artificiales representación sin personalidad jurídica, u otorgarles personalidad. Por ahora, esta aplicación de *AI* no posee discreción al contratar, por lo que su comportamiento frente al conjunto de entradas es predeterminado por reglas explícitas del algoritmo funcional del

54 Ibid., 21.

55 SAVELYEV, A., "Smart Contracts and the Cost of Inflexibility", *University of Pennsylvania Law Review*, 2017, 128-131.

56 SAVELYEV, A., "Contract Law 2.0: 'Smart' Contracts as the Beginning of the End of Classic Contract Law", *Information & Communications Technology Law*, 2017, 268-279.

57 Un ejemplo real son las transacciones que se llevan a cabo entre Amazon.com, ebay.com, sus agentes en el sitio web y los usuarios que compran en estos sitios web; o las transacciones en bolsa de valores mediante un *software* especializado.

58 CHOPRA y WHITE, "Artificial Agents and the Contracting Problem", cit., 367-368.

agente. No obstante, es insoslayable la capacidad de los *artificial agents* de aprender y adaptarse a lo largo del tiempo; como respuesta a los datos de aprendizaje (no establecidos explícitamente), aquellos pueden lograr un grado reducido de discreción⁵⁹.

Otro aspecto de gran interés práctico está en la utilización de *contract drafters* o “redactores de contratos”, que consiste en la aplicación de *AI* para el diseño predictivo de contratos, a partir de términos y resultados previos, lo que permite un mayor grado de personalización, completitud e innovación en los contratos. A nivel teórico, la expresión del consenso en términos tradicionales corresponde a las partes, lo que por supuesto no es aplicable tratándose de un contrato predictivo; pero esto no es nada nuevo, pues desde los contratos de adhesión el clausulado no es fruto del mutuo acuerdo. Preocupa más el tratamiento de los datos personales en la aplicación de esta tecnología⁶⁰.

Por otro lado, con el desarrollo e implementación de contratos inteligentes los jueces tradicionales estarán sometidos a interpretarlos utilizando doctrina relativa al contrato tradicional. Evidentemente, al estar redactados los contratos inteligentes en código, no habrá lugar a la actividad interpretativa del lenguaje semántico, por lo que los jueces se verían obligados esencialmente a reconstruir acuerdos completos desde cero⁶¹, lo cual afectaría la voluntad contractual en desmedro de los pactos privados, además de plantear la inserción de conceptos tradicionales incompatibles para los *SC*.

El perfeccionamiento de un contrato mediante la implementación de tecnología *blockchain* o la utilización de *artificial agents* plantea para el derecho retos como el referido a identificar la ley aplicable, por cuanto el contrato no se crea ni administra en ninguna ubicación física específica, sino que se copia en todo el mundo en una red de consenso que garantiza su integridad; en palabras de Bourque y Fung Ling Tsui, “*in a sense, it is both everywhere and nowhere*”.

Al mismo tiempo, un aspecto alarmante en relación con la tecnología *blockchain* es la dificultad para individualizar la identidad de las partes. El cifrado en los *SC* impide que el contenido y las partes puedan ser interpretables o identificables sin las claves de cifrado de las mismas partes. Algunos podrían aprovechar la oportunidad para ocultar ciertas conductas, o su participación en estos contratos. En este sentido, identificar la existencia del contrato, su contenido y sus partes será un desafío que en la actualidad las instituciones no están preparadas para afrontar. Si además consideramos los derechos a la privacidad, el panorama se vuelve mucho más conflictivo⁶².

59 Ibid., 365-366.

60 SPENCER, W., “Predictive Contracting”, *Columbia Business Law Review*, 2019, 621-695.

61 SAVELYEV, “Contract Law 2.0”, cit., 132.

62 BOURQUE y TSUI, “A Lawyer’s Introduction to Smart Contracts”, cit., 13-14.

Conclusiones

Cuando la supercomputadora *Deep Blue* de IBM venció al campeón de ajedrez Gary Kasparov en 1997, o cuando, en 1973, los investigadores Guilloud y Bouyer, utilizando el computador *CDC760* calcularon en menos de un día el primer millón de cifras decimales del número pi (π), venciendo por mucho los métodos manuales del matemático británico William Shanks, quien después de más de veinte años calculó 707 cifras decimales de π , fue claro que las computadoras habían sobrepasado la capacidad humana. Hoy, Kasparov reconoce que no es posible que un hombre le gane a un ordenador. Esta notable capacidad de la computación, en cualquiera de sus formas, revela posibilidades extraordinarias para la superación de los límites humanos y plantea la necesidad de una implementación razonada de la misma.

En áreas como el derecho de los contratos no es posible continuar prácticas y estudios que no comprendan la tecnología; ignorar las potencialidades e implicaciones de esta y persistir neciamente en esquemas contractuales tradicionales conlleva una pérdida de competitividad frente a quienes la implementan. En la práctica, el desarrollo de *software* jurídico ha sido predominantemente empresarial; por su parte, la academia ha permanecido relegada, soslayando el rol activo que le correspondería en el desarrollo de sus propias estrategias en inteligencia artificial, e ignorando la necesidad de familiarizarse con los desafíos que plantea esta nueva tecnología, a la vez que su obligación de apoyar un desarrollo estructurado y responsable de la misma.

No hay duda sobre las ventajas competitivas de apoyar las tecnologías *block-chain*, lo que implica la necesidad de formular políticas públicas que promuevan su uso, atraigan nuevos modelos de negocios innovadores y compañías dispuestas a explotarlos de una manera legal.

Consideramos que los contratos inteligentes y la aplicación de inteligencia artificial no requieren para su implementación nuevas leyes en materia civil o comercial, e incluso, ello solo entorpecería su desarrollo. Lo realmente trascendental es la solución de problemas prácticos con soluciones estratégicas, basadas en conocimientos expertos que potencien las actuales actitudes de la aplicación de *AI* en los esquemas de contratación contemporáneos, superando los problemas de paradigma señalados en la última parte de este trabajo.

Referencias

- ARRUDA, A. N., “An Ethical Obligation to Use Artificial Intelligence: An Examination of the Use of Artificial Intelligence in Law and the Model Rules of Professional Responsibility”, *American Journal of Trial Advocacy*, 2017, 443-460.
- BARNDEN, J. y DONALD, P., “Artificial Intelligence, Mindreading, and Reasoning in Law”, *Cardozo Law Review*, n.º 22, 1381-1408.

- BEN-ARI, D.; FRISH, Y.; LAZOVSKI, A.; ELDAN, U. y GREENBAUM, D., “Artificial Intelligence in the Practice of Law: An Analysis and Proof of Concept Experiment”, *Richmond Journal of Law & Technology*, 23, 2-57.
- BOCCHINO, R.; ADVE, V. y SNIR, M., *Parallel Programming Must Be Deterministic by Default*, Illinois, University of Illinois at Urbana-Champaign, 1995.
- BOURQUE, S. y TSUI, F., “A Lawyer’s Introduction to Smart Contracts”, *Scientia Notabilitat*, 2014, 4-24.
- BRASIL, S. JR., “Rules and Principles in Legal Reasoning. A Study of Vagueness and Collisions in Artificial Intelligence and Law”, *Information and Communication Technology Law*, n.º 10, 2001, 67-80.
- BRIDGE, J.; HOLDEN, S. y LAWRENCE, C., “Machine Learning for First-order Theorem Proving”, *Journal of Automated Reasoning Manuscript*, 2000, 1-30.
- CHOPRA, S. y WHITE, L., “Artificial Agents and the Contracting Problem: A Solution Via an Agency Analysis”, *Journal of Law, Technology and Policy*, n.º 3, 2009, 363-403.
- CLARK, M., “Automation of Legal Reasoning: A Study on Artificial Intelligence and Law”, *Information and Communications Technology Law*, n.º 6, 1997 178-182.
- CONG, L. W. y HE, Z. “Blockchain Disruption and Smart Contracts”, disponible en: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2985764> [Consultado el 17 de noviembre de 2018].
- COPELAND, B. J., “The Church-Turing Thesis”, [en línea], *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, disponible en: <https://plato.stanford.edu/cgi-bin/encyclopedia/archinfo.cgi?entry=church-turing> [Consultado el 16 de mayo de 2018].
- CORMEN, T. et al., *Introduction to Algorithms*, 3.^a ed., Massachusetts, MIT Press, 2009.
- CORVALAN, J. G., “Artificial Intelligence: Challenges and Opportunities - Prometea: The First Artificial Intelligence of Latin America at the Service of the Justice System”, 5, *Revista de Investigaciones Constitucionales*, 2018.
- DENG, L., “Artificial Intelligence in the Rising Wave of Deep Learning: The Historical Path and Future Outlook [Perspectives]”, *IEEE Signal Processing Magazine*, 2018.

ERTMAN, M., “Smart Rules for Smart Contracts”, [en línea], JOTWELL, disponible en: <https://contracts.jotwell.com/smart-rules-for-smart-contracts/> [Consultado el 17 de febrero de 2017].

GALINDO, F. y LASALA, P., *Metodología para el desarrollo de sistemas jurídicos de inteligencia artificial*, Zaragoza, Universidad de Zaragoza, 1995.

GOULET, J., “Informatique juridique: en progression vers un processus d’intelligence artificielle”, *Les Cahiers de Droit*, n.º 21, 1980, 615-674.

Harris, V., “Artificial Intelligence and the Law - Innovation in a Laggard Market”, *Journal of Law and Information Science*, n.º 3, 1992, 287-299.

ILLESCAS, R., *Derecho de la contratación electrónica*, Pamplona, Aranzadi, 2009.

JANET, F. y DIX, A., *An Introduction to Artificial Intelligence*, London, UCL Press, 1996.

JIRÁSKOVÁ, G. y PALMOVŠÝ, M., “Kleene Closure and State Complexity”, *CEUR Workshop Proceedings*, 2013, 94-100.

KAPLAN, J., *Artificial Intelligence: What Everyone Need to Know*, New York, Oxford University Press, 2016.

KEISER, B. E., “Artificial Intelligence and the Law”, *Online Searcher*, vol. 41, n.º 3, 2017, 16-20.

KOULU, R., “Blockchains and Online Dispute Resolution: Smart Contracts as an Alternative to Enforcement”, *SCRIPTed*, n.º 13, 2016, 40-71.

LASHBROOKE, E. C. Jr., “Legal Reasoning and Artificial Intelligence”, *Loyola Law Review*, n.º 34, 1988, 287-313.

LEGG, S. y HUTTER, M., *A Formal Definition of Intelligence for Artificial Systems*, Suiza, IDSIA, 2018, 1-4.

MACÍAS, A., “Retos teóricos de los contratos inteligentes: la posibilidad de incumplimiento como elemento estructural de la obligación jurídica”, *Competencia Económica y Consumo*, 16 de octubre de 2018, disponible en: <https://propintel.uexternado.edu.co/retos-teoricos-de-los-contratos-inteligentes-la-posibilidad-de-incumplimiento-como-elemento-estructural-de-la-obligacion-juridica-2/>

- MARTÍNEZ, C., “La inteligencia artificial y su aplicación al campo del derecho”, *Allegatos*, 82, Universidad Tecnológica de México, 2012.
- MASON, J., “Intelligent Contracts and the Construction Industry”, *Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction*, n.º 9, 2017.
- MASSARO, M.; NORTON, H. y KAMINSKI, E., “SIRI - OUSLY 2.0: What Artificial Intelligence Reveals about the First Amendment”, *Minnesota Law Review*, n.º 101, 2017, 2481-2525.
- MIK, E., “Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity”, *Law, Innovation and Technology*, n.º 2, 2017, 269-300.
- MOLES, N., “Logic Programming-An Assessment of Its Potential for Artificial Intelligence Applications in Law”, *Journal of Law and Information Science*, n.º 2, 1991, 137-164.
- O’SHEILS, R., “Smart Contracts: Legal Agreements for the Blockchain”, *North of Carolina Banking Institute*, 2017, 177-196.
- OSPINA, N., “Inteligencia Artificial: Toma de Decisiones y Regulación”, *Ámbito Jurídico*, 2017.
- PREUKSCHAT, A. et al., *Blockchain: la Revolución Industrial de Internet*, España, Centro Libros, 2017.
- Rajendra House of Bots, *Deep Learning vs. Machine Learning A Data Scientist’s Perspective*, [en línea], disponible en: <http://houseofbots.com/news-detail/1363-1-deep-learning-vs.-machine-learning-a-data-scientists-perspective> [Consulta: do el 29 de octubre de 2017].
- Revista Dinero*, “Contratos inteligentes: ¿el fin de los abogados?”, [en línea], disponible en: <http://www.dinero.com/empresas/articulo/contratos-inteligentes-con-blockchain/257066> [Consultado el 4 de abril de 2018].
- RILEY, H., *The von Neumann Architecture of Computer Systems*, California, IDSIA, 1987, 1-3.
- RÍOS, J., *Derecho e informática en México. Informática jurídica y derecho de la información*, México, UNAM, 1997.

- SAVELYEV, A., “Contract Law 2.0: ‘Smart’ Contracts as the Beginning of the End of Classic Contract Law”, *Information & Communications Technology Law*, 2017, 263-300.
- SAVELYEV, A., “Smart Contracts and the Cost of Inflexibility”, *University of Pennsylvania Law Review*, 2017, n.º 2, 116-134.
- SCARSELLI, F. et al., “The Graph Neural Network Model”, *IEEE Transactions on Neural Networks*, n.º 20, 2009, 64-70.
- SCHNEIDER, M. y GERSTING, J., *An Invitation to Computer Science*, New York, West Publishing, 1995.
- SCHOLZ, L., “Algorithmic Contracts”, *Stanford Technology Law Review*, 20, 2017, 101-148.
- SEMMLER, S. y ROSE, Z., “Artificial Intelligence: Application Today and Implications Tomorrow”, *Duke Law & Technology Review*, n.º 16, 85-99.
- SHALEV, S. y BEN, S., *Understanding Machine Learning from Theory to Algorithms*, New York, Cambridge University Press, 2014, 19-27.
- SIPSER, M., *Introduction to the Theory Computation*, 2.^a ed., Boston, West Publishing, 2006.
- SMOLA, A. y VISHWANATHAN, S., *Introduction to Machine Learning*, New York, Cambridge University Press, 2008, 1-14.
- SPENCER, W., “Predictive Contracting”, *Columbia Business Law Review*, 2019, 621-695.
- THORNE, L., “Reflections on ‘Taxman’: An Experiment in Artificial Intelligence and Legal Reasoning”, *Harvard Law Review*, vol. 90, 5, 1977, 837-893.
- VERN, R., “Discovering the Logic of Legal Reasoning”, *Maurice A. Deane School of Law at Hofstra University*, n.º 34, 4, 2007, 1687-1707.
- ZHANG, J. y ZHANG, W., “Future of Law Conference: The Internet of Things, Smart Contracts and Intelligent Machines”, *Frontiers of Law in China*, n.º 12, 2017, 673-675.