



Institución  
**Universitaria**  
Reacreditada en Alta Calidad

Innovación Tecnológica con  
**Sentido Humano**

# **MAESTRÍA EN GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA, COOPERACIÓN Y DESARROLLO REGIONAL**

## **Modelo de gestión tecnológica digital para el proceso de contratación inteligente en las instituciones de educación superior de la ciudad de Medellín**

(Profundización)

**Antonio José Montoya Acevedo**

Director (a):

Diana María Montoya Quintero

Doctora en: Ingeniería de Sistemas e Informática (Unal)

**INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO  
FACULTAD CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS  
MEDELLÍN, COLOMBIA**

**2023**

# **Modelo de gestión tecnológica digital para el proceso de contratación inteligente en las Instituciones de Educación Superior de la ciudad de Medellín**

**Antonio José Montoya Acevedo**

Trabajo de grado presentada(o) como requisito para optar al título de:

**Magíster en Gestión de la innovación tecnológica, cooperación y desarrollo regional**

Director (a):

Diana María Montoya Quintero (Ph.D., Ingeniería de Sistemas e Informática (Unal))

**INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO  
FACULTAD CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS**

**MEDELLÍN, COLOMBIA**

**2023**

## Dedicatoria

*Dedico este Trabajo de Grado a mí, por creer que es posible, porque lo busqué y no desistí, por este logro profesional tan importante en mi vida.*

*Al universo y la tierra por permitirme contar la historia.*

*A mi hija María Antonia Montoya, pilar fundamental y fuente de inspiración. Te amo.*

*A mi madre Gladys Acevedo, por enseñarme a luchar y buscar mis sueños.*

*A mi esposa María Alejandra, por todo el acompañamiento y entrega en este proyecto profesional.*

*A mis hermanas y sobrinos que me acompañaron en este bello proceso.*

*A todos los amigos, amigas que me apoyaron.*

*Gracias.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco al ITM, por brindar espacios de calidad para compartir el conocimiento con formadores que pasaron en cada uno de los semestres dejando su valiosa huella. A los administrativos por su trabajo silencioso pero eficiente, a los de servicios generales que hacen que la institución permanezca impecable.

A mi directora de grado Diana María Montoya Quintero por todo el acompañamiento, apoyo y disposición en todo este tiempo.

A los compañeros de estudio agradecimientos por aportar tan valioso conocimiento y brindarme su amistad.

A los docentes que revisaron mi trabajo de grado agradezco sus valiosas recomendaciones que ayudaron a su elaboración.

## RESUMEN

En Colombia la evolución tecnológica ha permitido transformar hábitos empresariales, lo que posibilita que se articulen procesos, sin embargo, se dificulta acceder a la información en tiempo real en los procesos legales de contratación de las organizaciones, lo cual genera desventajas en la competitividad a nivel nacional e internacional.

El objeto de esta investigación es diseñar un modelo de gestión tecnológica digital para el proceso de contratación inteligente en las Instituciones de Educación Superior de la ciudad de Medellín, dado que en la actualidad la contratación en las (IES) se ejecuta de manera tradicional, lo que conlleva a una serie de reprocesos e incremento de costos, tiempo, gasto de papel y no se tiene información en tiempo real del proceso de contratación. El modelo de gestión tecnológico digital pretende orientar esta contratación inteligente derivado de la tecnología Blockchain, esta tecnología es considerada en esta investigación como alternativa para articular los diferentes procesos en las instituciones, lo que permite mejorar los sistemas y facilitar las diferentes etapas.

Se aplicó una metodología de investigación tipo propositiva, ya que se fundamentó en una necesidad o vacío dentro de las instituciones de Educación Superior de la ciudad de Medellín. Se empleó una metodología a través de las siguientes fases: en primer lugar se hizo una identificación de factores claves en la implementación de tecnología Blockchain en procesos de contratación, incluyendo la recolección de fuentes de información y aplicando el método DELPHI en el análisis de requisitos necesarios para hallar el diagnóstico del estado actual en el uso de tecnologías inteligentes en la gestión de contratación para las IES y en la existencia de modelos inteligentes de contratación de la Ciudad de Medellín.

La segunda fase se fundamentó en la caracterización de los procesos de contratación en las IES, en tercer lugar, se determinó los elementos claves de la tecnología Blockchain en procesos de contratación para el diseño del modelo de gestión tecnológica digital, esto a través del diagnóstico comparativo de criterios referentes para este caso específico. Por último, se hizo la verificación del modelo frente a la población de interés a través de un análisis de los elementos incorporados en este. Con los resultados obtenidos de cada fase se espera representar contextual y organizacionalmente el proceso de un modelo de contratación inteligente con tecnología Blockchain.

**Palabras clave:** Tecnología Blockchain – contrato inteligente, modelo.

## **ABSTRACT**

*In Colombia, technological evolution has allowed transforming business habits, which makes it possible to articulate processes, however, it is difficult to access information in real time in the legal processes of contracting organizations, which generates disadvantages in competitiveness at national and international level.*

*The purpose of this research is to design a digital technological management model for the intelligent contracting process in the Higher Education Institutions of the city of Medellín, given that currently the contracting in the (HEI) is executed in a traditional way, which leads to a series of reprocesses and increased costs, time, paper expenditure and no information in real time of the contracting process. The digital technological management model aims to guide this intelligent contracting derived from Blockchain technology, this is considered in this research as an alternative to articulate the different processes in the institutions, which allows improving the systems and facilitating the different stages.*

*A propositional type research methodology was applied, since it was based on a need or gap within the institutions of Higher Education in the city of Medellín, a methodology was used through the following phases: first, an identification of key factors in the implementation of Blockchain technology in contracting processes was made, including the collection of information sources and applying the DELPHI method in the analysis of requirements necessary to find the diagnosis of the current state in the use of intelligent technologies in the management of contracting for HEIs and in the existence of intelligent models of contracting in the City of Medellín.*

*The second phase was based on the characterization of the contracting processes in HEIs, thirdly, the key elements of Blockchain technology in contracting processes were determined for the design of the digital technology management model, this through the comparative diagnosis of referent criteria for this specific case. Finally, the model was verified against the population of interest through an analysis of the elements incorporated in it. With the results obtained from each phase, it is expected to represent contextually and organizationally the process of an intelligent contracting model with Blockchain technology.*

**Keywords:** *Blockchain technology - smart contract, model.*

## TABLA DE CONTENIDO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>LISTA DE FIGURAS .....</b>  | <b>ix</b> |
| <b>LISTA DE TABLAS .....</b>   | <b>x</b>  |
| <b>INTRODUCCIÓN .....</b>  | <b>11</b> |
| <b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>  | <b>19</b> |
| Antecedentes .....   | 28        |
| Justificación .....  | 34        |
| Pregunta de investigación .....  | 38        |
| <b>OBJETIVOS .....</b>   | <b>39</b> |
| Objetivo general .....   | 39        |
| Objetivos específicos .....  | 39        |
| <b>1. CAPITULO I. Marco conceptual .....</b>   | <b>40</b> |
| 1.1 Nuevas tecnologías de la información .....   | 40        |
| 1.2 Modelo de gestión tecnológica .....  | 40        |
| 1.3 Modelo de gestión tecnológica digital .....  | 41        |
| 1.3.1 Modelo de Ray Geanhi .....   | 41        |
| 1.3.2 Modelo de Gestión Tecnológica de Hidalgo Nuchera .....   | 42        |
| 1.4 Contratos .....  | 43        |
| 1.4.1 Contratos inteligentes .....   | 43        |
| 1.5 Instituciones de Educación Superior .....  | 44        |
| Marco histórico .....  | 45        |
| 1.6 Blockchain .....   | 45        |
| 1.6.1 Sistema Blockchain .....   | 46        |
| <b>2. CAPITULO II. Metodología .....</b>   | <b>46</b> |
| <b>3. CAPITULO III. Análisis de resultados .....</b>   | <b>49</b> |
| 3.1 Identificación de los factores claves en la implementación de tecnología Blockchain en procesos de contratación, a través de estudios bibliográficos y de estudios de casos aplicando el método Delphi ..... | 49        |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 3.1.1     | Revisión bibliográfica .....  | 49        |
| 3.1.2     | Identificación de funciones de la tecnología Blockchain .....   | 66        |
| 3.1.3     | Identificación de mecanismos implementados en empresas con contratación blockchain .....  | 67        |
| 3.2       | Caracterización de los procesos de contratación en las Instituciones de Educación Superior de la ciudad de Medellín, a través del análisis de casos y entrevistas con expertos. ...   | 69        |
| 3.2.1     | Exploración de los sistemas de contratación inteligente.....  | 69        |
| 3.2.2     | Clasificación y comparación de criterios, selección de elementos de contratación blockchain y manual de prácticas de contratación en las IES.....   | 74        |
| 3.2.3     | Elementos relacionados con mayor relevancia .....   | 77        |
| 3.3       | Análisis de los elementos claves de la tecnología Blockchain en procesos de contratación para seleccionar el diseño del modelo de gestión tecnológica digital, con la metodología propositiva y soportado con elementos exploratorios. .... | 78        |
| 3.3.1     | Análisis de elementos como requisitos para el modelo .....  | 78        |
| 3.3.2     | Estructura de los procesos tecnológicos para contratos inteligentes .....   | 80        |
| 3.4       | Verificación del modelo frente a la población de interés a través de análisis y elementos incorporados. ....  | 82        |
| 3.4.1     | Modelo de contratación inteligente para las IES de Medellín con tecnología Blockchain .....   | 82        |
| 3.4.2     | Diseño de encuestas para la verificación de expertos de los elementos seleccionados .....   | 84        |
| <b>4.</b> | <b>CAPITULO IV. Discusión.....</b>  | <b>88</b> |
| <b>5.</b> | <b>CAPITULO V. Conclusiones .....</b>   | <b>89</b> |
| 5.1       | Conclusiones .....  | 89        |
| 5.2       | Recomendaciones .....   | 92        |
|           | <b>Referencias.....</b>   | <b>93</b> |
|           | <b>Anexo.....</b> ¡Error! Marcador no definido.   |           |
|           | <b>Anexo.....</b>   | <b>98</b> |



## LISTA DE FIGURAS

|   |           |
|---|-----------|
| <i>Figura 1 Características principales de la tecnología Blockchain.....</i>  | <i>15</i> |
| <i>Figura 2. Tendencias, cifras e impacto Blockchain a nivel global. ....</i>   | <i>16</i> |
| <i>Figura 3. Usos estratégicos fundamentales de la tecnología Blockchain. ....</i>                                      | <i>29</i> |
| <i>Figura 4. Funcionamiento y secuencia tecnología Blockchain .....</i>   | <i>33</i> |
| <i>Figura 5. Presupuesto de Minciencias a programas estratégicos del Sistema Nacional de Ciencias en Colombia. ....</i> | <i>37</i> |
| <i>Figura 6..Cantidad de documentos por año.....</i>  | <i>52</i> |
| <i>Figura 7. Cantidad de documentos por autor. ....</i>   | <i>53</i> |
| <i>Figura 8. Cantidad documentos por país. ....</i>   | <i>54</i> |
| <i>Figura 9. Cantidad de documentos por universidad. ....</i>   | <i>55</i> |
| <i>Figura 10. Cantidad de documentos por área temática. ....</i>  | <i>56</i> |
| <i>Figura 11..Palabras clave periodo 2017 – 2021.....</i>   | <i>57</i> |
| <i>Figura 12. .Respuesta de cuestionario a expertos. Pregunta 2.....</i>  | <i>61</i> |
| <i>Figura 13. Respuesta de cuestionario a expertos. Pregunta 3.....</i>   | <i>62</i> |
| <i>Figura 14..Respuesta de cuestionario a expertos. Pregunta 4.....</i>   | <i>63</i> |
| <i>Figura 15. Respuesta de cuestionario a expertos. Pregunta5.....</i>  | <i>64</i> |
| <i>Figura 16. Respuesta cuestionario a departamentos de contratación las IES. Pregunta 1. ....</i>                      | <i>70</i> |
| <i>Figura 17. Diagrama de flujo proceso de contratación.....</i>  | <i>79</i> |
| <i>Figura 18. Arquitectura diseño del modelo propuesto.....</i>   | <i>81</i> |
| <i>Figura 19. Modelo resultado de la investigación. ....</i>  | <i>84</i> |

## LISTA DE TABLAS

*Tabla 1. Representación Modelo de Ray Geani. ----- ¡Error! Marcador no definido.*

*Tabla 2. Representación Modelo de Gestión Tecnológica de Hidalgo Nuchera. - ¡Error! Marcador no definido.*

*Tabla 3. Etapas y actividades clave de la metodología. ----- ¡Error! Marcador no definido.*

*Tabla 4. Mecanismos de la tecnología Blockchain. ----- ¡Error! Marcador no definido.*

*Tabla 5. Caracterizaciones manuales de contratación de las IES de Medellín. ----- 76*

## INTRODUCCIÓN

Las nuevas tecnologías permiten que se desarrollen diferentes herramientas o modelos tecnológicos que faciliten los procesos en las organizaciones, entre ellas se encuentra la tecnología Blockchain, esta tecnología posibilita el mejoramiento los procesos de manera segura y rápida en diferentes organizaciones donde se ha implementado, como lo afirma (Pabón Cadavid, 2010), dado que en la actualidad los procesos de contratación aún son lentos e implican factores que debilitan el desarrollo de los mismos. Es pertinente desarrollar un modelo de gestión tecnológico digital, para el proceso de contratación en las Instituciones de Educación Superior de Medellín.

Después de lo anterior, es importante destacar que la velocidad con la que se ha venido dando los avances en innovación y desarrollo tecnológico, ha tornado más complejo la construcción de procesos, modelos y herramientas digitales que permitan la viabilidad de las organizaciones en el transcurrir del tiempo, aunado a lo anterior, históricamente, las revoluciones tecnológicas no han mostrado un impacto notorio en el orden jerárquico piramidal en los gobiernos y en las organizaciones, como contrapeso, la era de la información actual, se percibe como conductora de una sociedad motivada por el interés mancomunado colaborativo sobre el rédito personal; lo que conduciría a la instauración de sociedades organizadas y en consenso, más allá de las pretensiones intermediarias distribuidas jerárquicamente.

En consonancia de lo que precede, Blockchain es un instrumento tecnológico que garantiza seguridad, entre otros atributos de relevancia que facilitan acceso a nivel global permitiendo ejecutar transacciones de información o valor sin la necesidad de un tercero de percepción confiable como los gobiernos o las entidades financieras, de tal manera, Blockchain implementa una web de vanguardia al propiciar una transformación del internet de la información al internet del valor evidenciando que cuenta con el potencial de naturaleza disruptiva al modificar favorablemente diferentes procesos que por la misma dinámica tecnológica y en evolución constante vertiginosa los hace cada vez más obsoletos, como lo es el caso de los contratos no inteligentes actuales (Álvarez, 2018)

Por lo mismo, y de acuerdo con las anteriores líneas, la tecnología Blockchain se constituye como una innovación revolucionaria con la facultad de transformar múltiples sistemas convencionales actuales en sistemas más seguros, accesibles, confiables, colaborativos, entre otros a la par de ir paulatinamente empoderando a sus usuarios (Abeyratne & Monfared, 2016).

Complementando, la tecnología Blockchain es un libro mayor distribuido en red y creado por bloques que albergan detalles de transacciones interconectadas en orden cronológico que forman series de cadena. Este libro mayor distribuido en red permite a los usuarios y no al administrador, tener una relación de igual a igual, peer to peer (P2P), persona a persona de Blockchain y generar bloques. Las posibilidades de uso de Blockchain son reconocidas en diversos campos, derivando en variados desarrollos y estudios llevados a cabo, así como también, se están dando activamente diferentes tipos de inversiones. Esta tecnología, es un medio para asegurar la integridad y confiabilidad de los registros de transacciones sin la intervención de un tercero como proveedor de servicios confiables, permitiendo y facilitando que los diferentes participantes de la red creen, graben, almacenen y verifiquen la información de la transacción conjuntamente; siendo diseñada originalmente, para almacenar y usar una criptomoneda llamada Bitcoin de forma segura (Zhao et al., 2016)

Luego de las descripciones anteriores, se trae a continuación diferentes tipos de la tecnología Blockchain, los cuales, se pueden clasificar de acuerdo o en función del acceso de datos. La diferenciación entre los tipos de esta tecnología está en el esquema del libro distribuido y en quién puede hacer parte del sistema (Viriyasitavat & Hoonsopon, 2019).

**Blockchain Públicas:** Son de tipo abierta, cualquiera puede acceder indistintamente, debido a que todos los participantes tienen la facultad de visualizar de forma libre los datos y realizar transacciones, no obstante, se requiere cifrado y filtros de seguridad avanzados ante la existencia y participación de numerosos usuarios no verificados lo que puede volver lenta y compleja la expansión de la red. Sin perjuicio de que la Blockchain pública forme una estructura perfecta distribuida con participantes de red pseudoanónimos, lo que infiere, que este tipo de Blockchain no es adecuada para la implementación de servicios financieros pues deben ser controlados por la información centralizada de los sistemas de gestión (Oh & Shong, 2017).

**Blockchain Privadas:** En este tipo, el propietario genera y maneja el Blockchain, siendo apropiado para una administración de la tecnología Blockchain como el sistema centralizado (Oh & Shong, 2017). Los libros contables son compartidos y validados por un grupo predefinido de nodos. Este sistema condiciona el acceso a iniciación y validación a los nodos que quieren ser parte del sistema. Una vez permitido el inicio y validación de los nodos, estos, son responsables de mantener el consenso. Las Blockchain privadas son propicias para sistemas cerrados, en donde todos los nodos

son totalmente confiables. Esta tipología confiere dominio privado de gestión y total autoridad para controlar el acceso a nodos autorizados (Viriyasitavat & Hoonsopon, 2019).

**Blockchain Híbridas:** Comprende una mixtura o punto intermedio de Blockchain pública y privada. Estas, a diferencia de las privadas, en las que el propietario tiene la autoridad total, son los nodos preestablecidos quienes la adquieren. Es decir, las Blockchain híbridas conservan una estructura distribuida al mismo tiempo que fortalece la seguridad a partir de una participación restringida y resuelve los problemas de velocidad de transacciones y de escalabilidad de la red que como se ha descrito con anterioridad, son problemas que se presentan en las Blockchain públicas; queriendo ello significar, que las Blockchain híbridas podrías ser utilizadas para transacciones entre entidades financieras (Oh & Shong, 2017).

La tecnología Blockchain híbrida es pertinente para sistemas semicerrados conformados por pocas empresas, recurrentemente asociadas como consorcios. En este sentido, el grado de apertura de los datos varía, normalmente con restricciones de acceso delimitadas por el mismo consorcio. Aunque bajo los parámetros descritos el sistema no se encuentra totalmente abierto, los beneficios de la descentralización se adquieren de forma parcial (Viriyasitavat & Hoonsopon, 2019).

**Carácter innovador tecnología Blockchain:** Esta tecnología, despliega una plataforma para un nuevo mecanismo de transacciones descentralizado e incorruptible en las industrias, organizaciones y negocios. Sus características elevan los niveles de confianza por intermedio de la transparencia y la trazabilidad de los procesos internos e indiferentemente del tipo de transacción de datos, bienes y recursos que se estén ejecutando. Aunque en sus inicios, la Blockchain era objeto de dudas frecuentes, recientemente, los entes gubernamentales y empresariales la han ido incorporando por medio de investigaciones y desarrollos mejorados para usos como por ejemplo en aplicaciones digitales financieras, en las organizaciones de orden social, legal y hasta en el diseño e implementación de redes de las cadenas de suministro y logística (Abeyratne & Monfared, 2016).

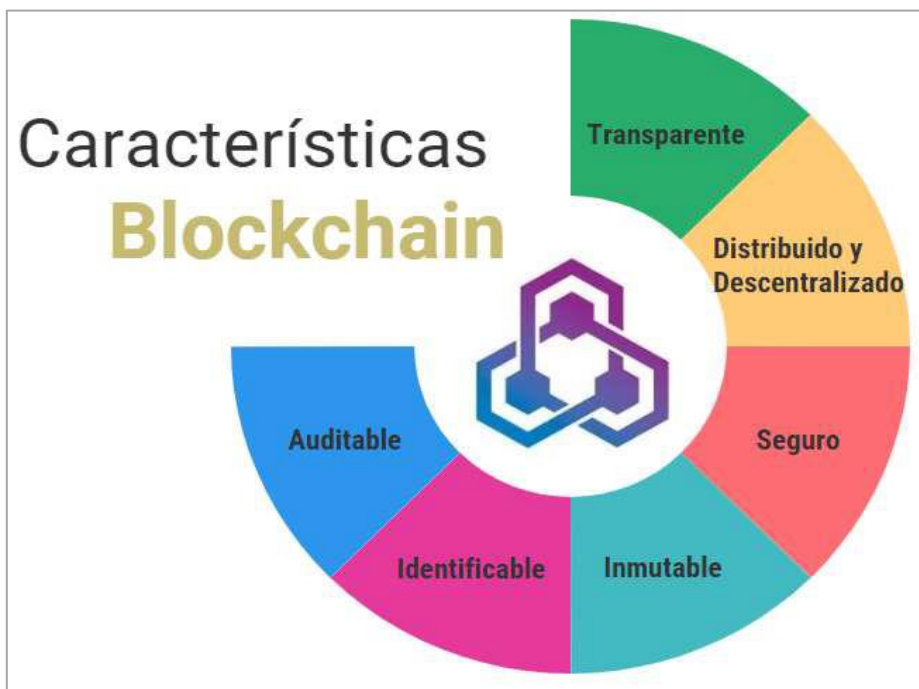
En términos generales, el carácter innovador de la tecnología Blockchain lo constituye su sistema que permite escribir las transacciones de tokens (ejemplo bitcoins) en un gran libro virtual que funciona a modo de gran fichero de contabilidad para una moneda. Tal libro, ha demostrado ser infranqueable basándose en su completa distribución y actualización constante a partir de las nuevas entradas contables que se van generando. Las entradas contables, se conforman por bloques antes de escribirse en el gran libro de contabilidad que propiamente es la Blockchain, pudiendo ser

intervenido por cualquier entidad, el cual, una vez ha sido escrito no existe forma de ser alterado, pero si con acceso de lectura libre.

Como se ha venido mencionando, la unión de los bloques en los que se agrupan los apuntes de contabilidad es lo que se conoce como cadena de bloques o Blockchain, el cual se va robusteciendo a medida que se van produciendo movimientos que nunca podrán ser modificados cuando ya han sido inscritos en el sistema, lo que legitima y da la posibilidad de gestionar transacciones entre personas desconocidas entre sí y que operan por redes originalmente inseguras. Una de las características principales de la tecnología Blockchain es que cuenta con la capacidad de rastrear transacciones al interior de las bases de datos públicas descentralizadas y, debido a esto, impide la falsificación y el fraude, adicionalmente, permite transacciones confiables por medio de redes informáticas sin la intervención humana. A las características anteriores, también se le suman otras dos importantes como lo son el consenso distribuido y el anonimato. Compañías de renombre como IBM, Microsoft, Intel y NEC, invierten activamente en el desarrollo y explotación de la Blockchain como medio para fortalecer y enriquecer su portafolio de productos. Actualmente, existen tres generaciones del desarrollo Blockchain, como lo son: Blockchain 1.0 como moneda digital, Blockchain 2.0 como economía digital y Blockchain 3.0 como sociedad digital (Efanov & Roschin, 2018).

Se muestra a continuación la figura 1, señala las características principales de la tecnología Blockchain.

Figura 1 Características principales de la tecnología Blockchain.

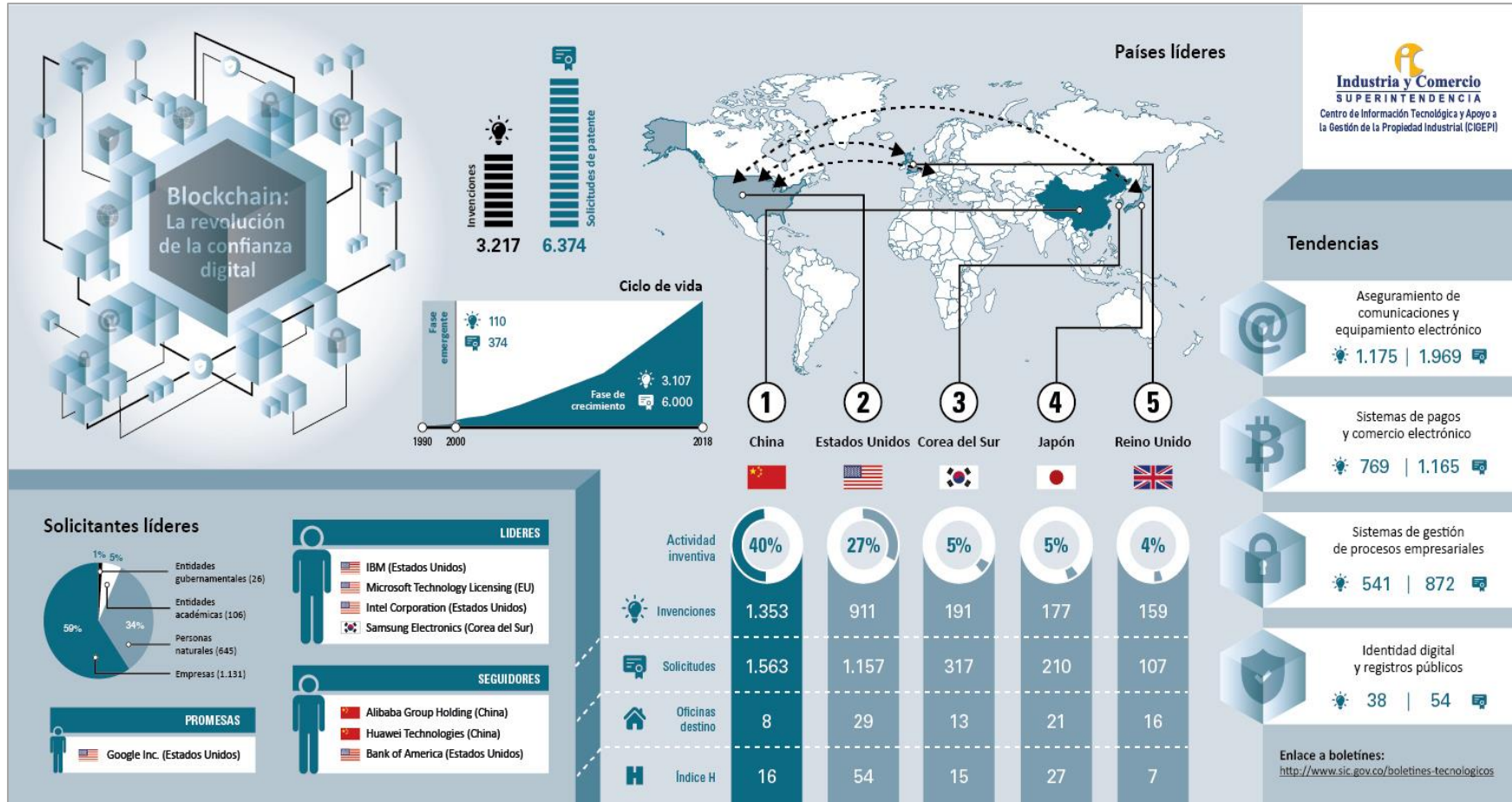


Fuente: Alba et al., (2022).

### Impacto Blockchain

Antes de pasar al despliegue y contenidos de los diferentes capítulos que conforman el presente trabajo de grado, se procede a mostrar diferentes impactos, comportamientos y datos que dan fundamento a la importancia que ha ido tomando progresivamente la tecnología Blockchain. Es así como por ejemplo, la Superintendencia de Industria y Comercio de Colombia (2018), por medio del boletín Tecnológico “Blockchain: La Revolución de la Confianza Digital”, informa que las cuatro principales tendencias para la implementación de la tecnología Blockchain son: 1. aseguramiento de comunicaciones y equipamiento electrónico, 2. sistemas de pagos y comercio electrónico, 3. sistemas de gestión de procesos empresariales, y 4. Identidad digital y registros públicos; clasificación dada a partir de la cantidad de invenciones y solicitudes de patente. A continuación, en la figura 2, adicional a las tendencias Blockchain, se muestra información relevante a escala global sobre esta misma tecnología.

Figura 2. Tendencias, cifras e impacto Blockchain a nivel global.



Fuente: Superintendencia de Industria y Comercio, (2018b).



De la figura anterior, del subtítulo solicitantes líderes, también se puede sustraer cuales son los tipos de organizaciones que están desarrollando tecnología Blockchain según la cantidad de solicitudes de patentes. Por lo tanto, se puede observar, que el sector gubernamental es el que menos desarrollo Blockchain ha ejecutado con apenas un 1%. En este sentido, el presente proyecto cobra más relevancia al tener relación estrecha con el desarrollo de tecnología Blockchain en instituciones de naturaleza pública como lo son las IES de la ciudad de Medellín, debido a la importancia de que las entidades e instituciones gubernamentales se actualicen en vanguardias tecnológicas y en proporciones significativas mucho más allá de un solo 1%. En esta misma figura, se observa que las naciones líderes en orden de gestión en diferentes frentes Blockchain lo encabeza China, seguido por los EE.UU, Corea del Sur, Japón y el Reino Unido; a nivel empresarial, el liderazgo es asumido por los EE.UU con organizaciones como IBM, Microsoft Technology Licensing e Intel Corporation, luego se encuentra a Corea del Sur con Samsung Electronics; como seguidores para este mismo año (2018), se encuentran Alibaba Group Holding y Huawei Technologies (China), y Bank of América (EU), y como promesa se identifica a Google Inc. (EU).

El desarrollo del trabajo se realizó por medio de los siguientes capítulos:

**Capítulo 1.** Se encuentra elaborado por el marco conceptual, en el cual se expone las principales características de la elaboración y divulgación de la tecnología, analizando las nuevas tecnologías y funcionalidades, en el marco histórico se analiza la trayectoria de la tecnología y como se llega a descubrir y desarrollar el sistema de la Blockchain, en el marco legal se analiza las diferentes perspectivas legales en los contratos y contratos inteligentes, analizando desde los antecedentes.

**Capítulo 2.** Se presenta la metodología propositiva utilizada en el desarrollo de los objetivos, con fuentes de información digital, como bases de datos y fuentes del conocimiento bibliométrico, y su desarrollo se encuentra en cuatro etapas. En la primera etapa se identificaron los factores claves de implementación de tecnología Blockchain, en la segunda etapa se hizo la caracterización de los procesos de contratación en las IES de Medellín a través del método DELPHI, dado que este método permite hacer un análisis de más profundidad con expertos del tema tratado, en la tercera etapa se analizaron los elementos claves de la tecnología Blockchain en procesos de contratación, allí se analizaron a profundidad todos los elementos para ir estructurando o conociendo los principales componentes que el modelo requería, y en la cuarta etapa se realizó la verificación del modelo. La metodología propositiva fue de gran ayuda para logra el desarrollo de los objetivos dado que su estructura permite plantear de manera organizada el cronograma y sus actividades.

**Capítulo 3.** Se presentan los resultados por medio del análisis bibliométrico que se realizó tanto en bases de datos de diferentes entidades y otros análisis en bases de datos como Scopus; se logró encontrar la cantidad de documentos por año, los documentos por autor, la cantidad de documentos por país, entre otras, analizando un periodo de tiempo del 2017 a 2021, posteriormente, se identificaron cuáles eran los principales mecanismos implementados en empresas con tecnología Blockchain en sus procesos de contratación.

En la caracterización de los procesos de contratación, se exploran los sistemas de contratación en la actualidad, los manuales que existen en las IES, y luego se clasificaron para comparar los criterios e ir identificando las bondades, para ello se determinaron los elementos relacionados con mayor relevancia en los procesos de contratación.

En el análisis de los elementos de la tecnología Blockchain, se validaron cuáles eran los principales requisitos que darían inicio a la construcción del modelo propuesto, mediante la estructuración de los procesos tecnológicos en contratación inteligente, por lo cual se elaboró un diagrama de flujo que permitió establecer el paso a paso en un proceso de contratación; la validación permitió presentar la arquitectura para el diseño del modelo presentado con cada elemento incluido de acuerdo al diagrama realizado. Por último, en la verificación del modelo frente a la población objetivo se documenta la viabilidad de los hallazgos obtenidos por medio de los expertos y lo pertinente que es el modelo propuesto.

**Capítulo 4.** Se presenta la discusión de manera acertada con el planteamiento y diferentes autores, donde se resalta y se acierta de manera objetiva en la importancia de que las nuevas tecnologías mejoran los procesos en las organizaciones, también se concuerda la importancia de invertir en investigación y desarrollo, para descubrir las diferentes bondades de las nuevas tecnologías y aplicarlas en los diferentes procesos de las empresas u organizaciones.

**Capítulo 5.** Se presentan las conclusiones de manera ordenada, haciendo un recorrido por el desarrollo de los objetivos, resaltando los aciertos sobre el desarrollo y elaboración de los elementos del diagrama y la arquitectura dado que ello permitió el desarrollo y elaboración del modelo creado, posteriormente se resalta la importancia de implementar el modelo en las instituciones de educación superior de Medellín, dadas las bondades que conforman el modelo y ayudaría a mejorar los procesos de contratación, no obstante también se recomienda que el modelo se puede implementar en cualquier industria.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las Instituciones de Educación Superior (IES) de la ciudad de Medellín, tienen grandes retos en la actualidad, uno de ellos es la protección de la información, los modelos de contratación tradicionales manejan sistemas con mayor vulnerabilidad y acceso de diferentes actores u organizaciones, una falencia que se evidencia con mayor frecuencia es la alteración de su contenido, a su vez, se genera un alto consumo de papel en esta modalidad de contratos, a raíz de los reprocesos que se presentan en el diseño e información de los mismos, por otra parte, se dificulta la detección de novedades en la etapa en la que se encuentre el proceso, lo cual impide atender y dar solución a ello de manera ágil e inmediata (Sierra & Ávila, 2020).

Las IES de Medellín, como lo son, Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM), Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, I.U. Colegio Mayor de Antioquia y Tecnológico de Antioquia I.U. (TdeA); cuentan con un mecanismo o marcos normativos de contratación establecidos por preceptos, leyes y decretos (ver tabla 1), los cuales, son elaborados en ajuste a sus necesidades particulares sin perder sus horizontes rectores emanados desde los principios normativos. No obstante, las instituciones al poder cambiar el diseño del formato preestablecido, posibilita que las dependencias de cada área incurran y/o incrementen errores en los procedimientos y gestiones contractuales (Manual de contratación TdeA 2014); agregándole, además, los tiempos y reprocesos que se puedan generar en la corrección de los errores una vez hayan sido identificados con la correspondiente actualización de la información de forma manual y electrónica. Lo anterior revela la ausencia de implementación de nuevas tecnologías en modelos de contratación actuales, es por ello, como lo afirma (Bacerna 2019), las empresas con mayor capital financiero que invierten significativamente en investigación y desarrollo (I+D), son organizaciones con mayor resultado en cuanto al avance de ciencia y tecnología. (Bacerna, 2019).

A continuación, en la siguiente tabla número 1, se enuncian marcos normativos (preceptos, leyes y decretos) que adoptan las IES de Medellín mencionadas anteriormente, en la implementación de sus procesos contractuales.

Tabla 1. Marcos normativos (preceptos, leyes y decretos) que adoptan las IES.

| <b>Marcos Normativos Contractuales en IES</b> |   |
|---|---|
| <b>Preceptos</b>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Constitución Política de Colombia</li> <li>- Código Civil</li> <li>- Código de Comercio</li> <li>- Los demás que modifiquen o adicionen las normas existentes al momento de entrar en vigencia el Manual de Contratación.</li> <li>- Entre otros</li> </ul>  |
| <b>Leyes</b>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ley 80/93, por la cual se expide el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública.</li> <li>- Ley 1150/2007, por la cual se introducen medidas para la eficiencia y la transparencia en la ley 80/93 y se dictan otras disposiciones generales sobre la contratación con recursos públicos.</li> <li>- Ley 1474/2011, por la cual se dictan normas orientadas a fortalecer los mecanismos de prevención, investigación y sanción de actos de corrupción y la efectividad del control de la gestión pública.</li> <li>- Ley 489/98, sobre organización y funcionamiento de la administración pública.</li> <li>- Leyes 789/2002, 797/2003, 1122/2007, 1562/2012; consagran las exigencias en materia de cotizaciones al Sistema General de Seguridad Social por parte de los contratistas.</li> <li>- Ley 816/2003, por medio de la cual se apoya la industria nacional a través de la contratación pública.</li> <li>- Ley 842/2003, por la cual se modifica la reglamentación del ejercicio de la ingeniería, de sus profesiones afines y auxiliares, se adopta el Código de ética Profesional y se dictan otras disposiciones.</li> <li>- Ley 1437/2011, del Código de Procedimiento Contencioso Administrativo.</li> <li>- Ley 1106/2006, de los contratos de obra pública y concesión.</li> <li>- Ley 617/2000, acerca de la contratación por prestación de servicios.</li> <li>- Los demás que modifiquen o adicionen las normas existentes al momento de entrar en vigencia el Manual de Contratación.</li> <li>- Entre otros</li> </ul> |
| <b>Decretos</b>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Decreto-Ley 4170/2011</li> <li>- Decreto 1510/2013, por el cual se reglamenta el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública y se dictan otras disposiciones.</li> <li>- Decreto 777/1992, por medio del cual se reglamenta la celebración de contratos a que se refiere el inciso 2 del artículo 355 de la Constitución Política.</li> <li>- Decreto-Ley 111/1996, Estatuto Orgánico del Presupuesto.</li> </ul>  |

|              |   |
|--------------|---|
|              | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Decreto 510/2002, consagra las exigencias en materia de cotizaciones al Sistema General de Seguridad Social por parte de los contratistas.</li> <li>-Decreto-Ley 019/2012, por el cual se dictan normas para suprimir o reformar regulaciones, procedimientos y trámites innecesarios existentes en la administración pública.</li> <li>-Decreto Reglamentario 3461/2007 de la Ley 1106/2006, de los contratos de obra pública y concesión.</li> <li>-Decreto 1082/2015, acerca del Plan Anual de Adquisiciones y sobre la delegación de competencias.</li> <li>-Decreto 2150/1995, sobre la delegación de competencias.</li> <li>-</li> <li>-Los demás que modifiquen o adicionen las normas existentes al momento de entrar en vigencia el Manual de Contratación.</li> <li>-Entre otros</li> </ul> |
| <b>Otros</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Resoluciones Rectorales</li> <li>-Los demás que modifiquen o adicionen las normas existentes al momento de entrar en vigencia el Manual de Contratación.</li> <li>- Entre otros</li> </ul>   |

Fuente: *Elaboración propia a partir de:*

- Tecnológico de Antioquia - Institución Universitaria, (2014);
- Instituto Tecnológico Metropolitano, (2014);
- Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, (N.D.);
- Institución Universitaria Colegio Mayor De Antioquia, (2014)

Una vez citado lo anterior, como parte del planteamiento del problema, también se erige que en Colombia existe baja inversión en I+D+i (ver tabla 2), lo que ha causado retrasos en descubrir, transferir, y/o implementar y/o apropiar nuevas tecnologías que contribuyan al sector de la investigación; conllevando con ello, una serie de desventajas para la economía en general. Una de ellas, es la vulnerabilidad de la información en las contrataciones, dado que, en concordancia con moe - Misión de Observación Electoral, (2021), según estudios realizados, se ha detectado con frecuencia bases de datos con inconsistencias, errores y vacíos que afectan los controles que se pretendan/requieran realizar; convirtiéndose en un serio problema porque al disponerse la información de forma errática, demanda sobrecostos considerables de recursos para poder obtener un control amplio, eficiente y suficiente. Como función pública está la de desarrollar las herramientas y mecanismos tecnológicos adecuados que alberguen bases de datos de fácil acceso, gestión y análisis, pero contrario a esto, se encuentra información con múltiples inconsistencias de captura

(incluyendo errores en los montos contractuales y en las adiciones presupuestales a los mismos, así como también, en los datos de los contratistas), causando, como ya se ha descrito, reprocesos costosos y desgastantes como el de tener que contrastar nuevamente la información almacenada contra la adjuntada por los diferentes contratistas.

En complemento a lo inmediatamente arriba descrito, aunque también es una de las obligaciones del estado proteger los recursos públicos como lo demandan los mismos ciudadanos y la constitución, se presentan prácticas indebidas de contratación como por ejemplo, la carencia de planeación, corrupción, informalidad, falta de seguridad jurídica; problemas estos que entre otros más, derivan en procesos de contratación desarticulados, frágiles en seguridad y transparencia, lo que por ende, como se anunció anteriormente, generan reprocesos que obstaculizan los trámites en las organizaciones, para este caso, de índole estatal (moe - Misión de Observación Electoral, 2021).

Tal desarticulación y fragilidad en la seguridad y transparencia pública contractual, además de hacer complejos los trámites en el ámbito estatal, también ocasionan detrimento a los recursos públicos, pues debido a estas irregularidades en las ejecuciones contractuales, se abren las puertas hacia prácticas nocivas como lo es el caso de la corrupción; al respecto, en palabras del Excontralor General, Carlos Felipe Córdoba (2018), el país pierde aproximadamente cincuenta (50) billones de pesos al año en corrupción, lo que equivale al 17% del Presupuesto General de la Nación, que para el año 2020 fue de \$303 billones (moe - Misión de Observación Electoral, 2021).

En complemento a lo anterior, es decir, en lo relativo a la desarticulación y fragilidad en la seguridad y transparencia pública contractual y también de acuerdo con la Misión de Observación Electoral - moe (2021), se identifican hallazgos como los siguientes:

- El marco normativo alrededor de la contratación hace que adelantar procesos contractuales en Colombia requiera de un conocimiento supremamente especializado y técnico por la complejidad que deriva de las numerosas y dispersas normas que regulan los distintos tipos de

contratación. Es notorio cómo las reglas se van modificando constantemente, además de ir generando reglamentaciones con cada vez más excepciones. Esto conlleva al menos tres efectos perjudiciales para la contratación pública:

- Se incrementa la probabilidad de que las entidades contratantes incurran en errores o fallas en la celebración de contratos debido a la dificultad en la determinación de la modalidad y el procedimiento de contratación correspondiente a cada situación.
- Se establezcan formatos preestablecidos de contratos que cuentan con una justificación normativa que no corresponde a la situación fáctica real de cada uno de los procesos contractuales, defraudando el proceso de contratación.
- Al generarse confusión, contradicciones y dificultades en la comprensión de la normatividad, se incentiva la discrecionalidad de las entidades contratantes a utilizar la modalidad de contratación que más les interese y no la que genere mayores garantías de transparencia.
- Se desincentiva la participación de nuevos competidores, por la dificultad de conocer las reglas aplicables a los distintos procesos de contratación estatal.
- Se dificulta en gran medida el control ciudadano o la veeduría a los procesos contractuales, limitándolo solo a personas que tienen un conocimiento profundo de todo el marco normativo de la contratación.

Retomando en lo que tiene que ver con la baja inversión en tecnología en Colombia, lo que conlleva a una serie de desventajas para la economía en general, además de la vulnerabilidad de la información en las contrataciones, dado que los procesos se encuentran desarticulados, lo cual genera reprocesos, obstaculizando los tramites en las organizaciones. Adicionalmente la baja inversión tecnológica en Colombia ha causado que los niveles de cobertura de educación superior no se cumplan como lo esperaba el SNIES (Sistema Nacional de Información de la Educación Superior, 2019). Como se ha manifestado con anterioridad, los países que invierten significativamente en investigación alcanzan mayores desarrollos tecnológicos y llevan la delantera en tecnologías de punta; entonces, si se hace apropiación tecnológica y se adaptan procesos sistematizados, los cambios serán representativos en reducción de costos, medio ambiente y disminución de trámites para las partes en el momento de hacer transacciones (García et al. 2019). Se evidencia que la regulación de estas nuevas tecnologías, que además de ser escasa, y encontrarse en una etapa de desarrollo, presentan algunas falencias tales como: falta de incentivos en materia tributaria, accesibilidad a la tecnología, desarticulación respecto a la regulación internacional, regulación insuficiente, y regulación de los contratos inteligentes en otras legislaciones.

Respecto a lo que se manifiesta con anterioridad, en cuanto a que Colombia tiene baja inversión en I+D+i, se puede observar en la tabla 2 a continuación, que el país se ubica apenas en la posición 63 entre 132 economías, y que, en lo referente a diferentes índices específicos, también visibles en esta misma tabla, de igual modo, se deduce que se ubica de forma distante de las primeras posiciones de acuerdo con el Índice Global de Innovación 2022 (GII por sus siglas en el idioma inglés). El ranking de innovación es encabezado por Suiza, EE. UU, Suecia, Reino Unido y Países Bajos; en ALC es liderado por Chile en la posición 50, siguiéndole Brasil (54), México (58), y luego de Colombia se encuentran Uruguay y Perú en los puestos 64 y 65 respectivamente. A partir de las presentes cifras, también se puede concluir que América Latina y el Caribe (ALC) se encuentra en posiciones relegadas en aspectos de I+D+i.



Tabla 2. Perfil y situación global de Colombia en materia de Ciencia, Tecnología e Innovación.

| Country/economy      | Overall GII | Institutions | Human capital and research | Infrastructure | Market sophistication | Business sophistication | Knowledge and technology outputs | Creative outputs |
|----------------------|-------------|--------------|----------------------------|----------------|-----------------------|-------------------------|----------------------------------|------------------|
| Switzerland          | 1           | 2            | 4                          | 4              | 8                     | 7                       | 1                                | 1                |
| United States        | 2           | 13           | 9                          | 19             | 1                     | 3                       | 3                                | 12               |
| Sweden               | 3           | 19           | 3                          | 1              | 13                    | 1                       | 2                                | 8                |
| United Kingdom       | 4           | 24           | 6                          | 8              | 5                     | 22                      | 8                                | 3                |
| Netherlands          | 5           | 4            | 14                         | 14             | 18                    | 10                      | 5                                | 10               |
| Republic of Korea    | 6           | 31           | 1                          | 13             | 21                    | 9                       | 10                               | 4                |
| Singapore            | 7           | 1            | 7                          | 11             | 4                     | 2                       | 13                               | 21               |
| Germany              | 8           | 20           | 2                          | 23             | 14                    | 19                      | 9                                | 7                |
| Finland              | 9           | 11           | 8                          | 3              | 17                    | 5                       | 4                                | 18               |
| Denmark              | 10          | 9            | 10                         | 5              | 15                    | 15                      | 12                               | 14               |
| China                | 11          | 42           | 20                         | 25             | 12                    | 12                      | 6                                | 11               |
| France               | 12          | 18           | 15                         | 17             | 10                    | 17                      | 15                               | 6                |
| Japan                | 13          | 21           | 21                         | 12             | 9                     | 8                       | 11                               | 19               |
| Hong Kong, China     | 14          | 10           | 13                         | 6              | 2                     | 27                      | 60                               | 5                |
| Canada               | 15          | 15           | 12                         | 30             | 6                     | 20                      | 24                               | 20               |
| Israel               | 16          | 41           | 24                         | 42             | 7                     | 6                       | 7                                | 36               |
| Austria              | 17          | 8            | 11                         | 9              | 38                    | 18                      | 19                               | 26               |
| Estonia              | 18          | 12           | 34                         | 10             | 3                     | 25                      | 21                               | 24               |
| Luxembourg           | 19          | 5            | 32                         | 40             | 31                    | 4                       | 33                               | 9                |
| Iceland              | 20          | 14           | 29                         | 22             | 41                    | 14                      | 22                               | 13               |
| Malta                | 21          | 28           | 42                         | 27             | 33                    | 16                      | 32                               | 2                |
| Norway               | 22          | 3            | 19                         | 2              | 28                    | 21                      | 25                               | 30               |
| Ireland              | 23          | 16           | 23                         | 15             | 55                    | 13                      | 14                               | 29               |
| New Zealand          | 24          | 7            | 18                         | 21             | 24                    | 31                      | 29                               | 22               |
| Australia            | 25          | 17           | 5                          | 18             | 20                    | 24                      | 37                               | 27               |
| Belgium              | 26          | 29           | 16                         | 37             | 45                    | 11                      | 18                               | 32               |
| Cyprus               | 27          | 36           | 39                         | 28             | 29                    | 23                      | 20                               | 17               |
| Italy                | 28          | 58           | 28                         | 26             | 35                    | 33                      | 16                               | 16               |
| Spain                | 29          | 38           | 26                         | 16             | 30                    | 32                      | 27                               | 28               |
| Czech Republic       | 30          | 43           | 33                         | 20             | 76                    | 28                      | 17                               | 37               |
| United Arab Emirates | 31          | 6            | 17                         | 7              | 23                    | 26                      | 59                               | 45               |
| Portugal             | 32          | 47           | 22                         | 39             | 42                    | 34                      | 35                               | 25               |
| Slovenia             | 33          | 37           | 25                         | 24             | 68                    | 29                      | 26                               | 56               |
| Hungary              | 34          | 48           | 37                         | 35             | 67                    | 30                      | 23                               | 46               |
| Bulgaria             | 35          | 67           | 68                         | 34             | 62                    | 40                      | 30                               | 23               |
| Malaysia             | 36          | 34           | 38                         | 51             | 26                    | 41                      | 39                               | 41               |

|                            |    |     |    |    |     |     |    |    |
|----------------------------|----|-----|----|----|-----|-----|----|----|
| Türkiye                    | 37 | 101 | 41 | 48 | 37  | 47  | 47 | 15 |
| Poland                     | 38 | 65  | 36 | 43 | 61  | 38  | 38 | 38 |
| Lithuania                  | 39 | 26  | 44 | 45 | 32  | 37  | 48 | 47 |
| India                      | 40 | 54  | 43 | 78 | 19  | 54  | 34 | 52 |
| Latvia                     | 41 | 35  | 48 | 52 | 65  | 36  | 44 | 42 |
| Croatia                    | 42 | 77  | 46 | 31 | 56  | 46  | 45 | 39 |
| Thailand                   | 43 | 78  | 71 | 54 | 27  | 43  | 43 | 49 |
| Greece                     | 44 | 69  | 31 | 46 | 64  | 55  | 46 | 54 |
| Mauritius                  | 45 | 22  | 66 | 70 | 16  | 96  | 82 | 31 |
| Slovakia                   | 46 | 68  | 59 | 41 | 70  | 45  | 28 | 70 |
| Russian Federation         | 47 | 89  | 27 | 62 | 48  | 44  | 51 | 48 |
| Viet Nam                   | 48 | 51  | 80 | 71 | 43  | 50  | 52 | 35 |
| Romania                    | 49 | 75  | 74 | 33 | 63  | 51  | 31 | 57 |
| Chile                      | 50 | 39  | 57 | 47 | 46  | 57  | 54 | 55 |
| Saudi Arabia               | 51 | 50  | 30 | 53 | 22  | 53  | 65 | 66 |
| Qatar                      | 52 | 25  | 56 | 29 | 47  | 73  | 69 | 59 |
| Iran (Islamic Republic of) | 53 | 131 | 54 | 75 | 11  | 115 | 50 | 33 |
| Brazil                     | 54 | 102 | 50 | 65 | 49  | 35  | 55 | 51 |
| Serbia                     | 55 | 53  | 52 | 38 | 83  | 65  | 42 | 76 |
| Republic of Moldova        | 56 | 98  | 62 | 84 | 58  | 79  | 49 | 43 |
| Ukraine                    | 57 | 97  | 49 | 82 | 102 | 48  | 36 | 63 |
| Mexico                     | 58 | 93  | 58 | 63 | 54  | 76  | 58 | 50 |
| Philippines                | 59 | 90  | 86 | 81 | 78  | 39  | 41 | 58 |
| Montenegro                 | 60 | 59  | 61 | 44 | 53  | 58  | 72 | 71 |
| South Africa               | 61 | 81  | 81 | 77 | 39  | 63  | 56 | 64 |
| Kuwait                     | 62 | 86  | 55 | 36 | 73  | 101 | 68 | 60 |
| Colombia                   | 63 | 72  | 79 | 59 | 66  | 42  | 67 | 75 |
| Uruguay                    | 64 | 32  | 73 | 60 | 77  | 62  | 62 | 85 |
| Peru                       | 65 | 61  | 47 | 79 | 40  | 49  | 90 | 65 |
| North Macedonia            | 66 | 88  | 75 | 49 | 34  | 59  | 57 | 93 |

■ 4<sup>th</sup> quartile (best performers, ranks 1<sup>st</sup> to 33<sup>rd</sup>) 
 ■ 3<sup>rd</sup> quartile (ranks 34<sup>th</sup> to 66<sup>th</sup>) 
 ■ 2<sup>nd</sup> quartile (ranks 67<sup>th</sup> to 99<sup>th</sup>) 
 ■ 1<sup>st</sup> quartile (ranks 100<sup>th</sup> to 132<sup>nd</sup>)

Fuente: Global Innovation Index, (2022)

Por resolución pública, las IES resuelven que las disposiciones de contratación se hagan a través de la institución y sus funcionarios, incluidos los delegados para la contratación administrativa, quienes pueden contar con herramientas de gestión útiles y prácticas para adelantar los diferentes procesos contractuales que requieren las instituciones, mediante la cual se indica el trámite de los mismos, los responsables del proceso y las diversas actuaciones a cargo de cada una de las áreas involucradas, con fundamento en lo cual, es indispensable actualizar el manual de contratación adoptado mediante resoluciones. De otro lado el gobierno nacional, mediante el decreto -ley 4170 de 2011, creó la Agencia Nacional de contratación pública -Colombia compra eficiente-, como ente rector de la contratación pública en Colombia, para desarrollar e impulsar políticas públicas y herramientas orientadas a asegurar que el sistema de compras y contratación pública obtengan resultados óptimos en términos de la valoración del dinero público, mediante un

proceso transparente, realizado a través de manuales y documentos de contratación, dichos procesos no se realizan por medio de herramientas tecnológicas inteligentes, por el contrario, se ejecutan de una manera tradicional con manuales y guías tradicionales (Manual de Contratación del Instituto Tecnológico Metropolitano, 2014).

El artículo 160 del decreto 1510 de 2013 insta que las entidades estatales sometidas al estatuto general de contratación de la administración pública deberán contar con un manual de contratación, en el que se señalen las funciones internas en materia contractual, las tareas que deben acometerse por virtud de la delegación o desconcentración de funciones, así como las que se derivan de la vigilancia y control de la ejecución contractual (I.U. Colegio Mayor de Antioquia 2014). El manual de contratación es un documento que establece la forma cómo opera la gestión contractual de la entidad y da a conocer a los partícipes del sistema de compras y contratación pública de forma en que opera dicha Gestión Contractual. El manual de contratación es también un instrumento de gestión estratégica puesto que tiene como propósito principal servir de apoyo y cumplimiento del objetivo misional de la entidad transparente, sin embargo, su proceso interno es engorroso cuando se refiere a la documentación exigida por los contratistas y su gestión, al igual que el paso por las diferentes dependencias para solicitar su aval, en muchas ocasiones el contratista termina su labor y no se le ha pagado el valor por su servicios porque se sigue con la gestión (Manual de Contratación del Instituto Tecnológico Metropolitano, 2014).

En consecuencia con lo anterior, se analiza el manual de contratación del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid y se evidencia similitud en su proceso de contratación con las demás IES, los instrumentos utilizados en las etapas de contratación implican una serie de procesos, los cuales la cantidad de trámites y filtros hacen que el proceso de contratación no tenga celeridad; el manual de contratación de la institución determina que en las etapas se pueda interrumpir el proceso y esto genera un reproceso, en cuanto la cantidad de documento que se requieren de nuevo para continuar con el trámite (Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid 2015).

Desde tiempo atrás, los modelos contractuales han venido presentando dificultades, dado que los esquemas contemporáneos de contratación plantean situaciones complejas que pueden generar inconvenientes, como la exigencia de reducir los costos de transacción, la velocidad en los intercambios de bienes y servicios, al tiempo que se exigen garantías y seguridad en los acuerdos de negociaciones (Sierra & Ávila, 2020), estas problemáticas podrían afectar, de algún modo la confiabilidad de las empresas. En parte, estas dificultades pueden ser derivadas de inadecuada gestión de documentación, que en muchas ocasiones es redactada por diferentes áreas para luego ser agrupada en un solo texto, posteriormente generando errores que deben ser corregidos, lo que deriva en pérdida de tiempo, recursos, la confianza en las transacciones empieza a deteriorarse y las garantías son muy débiles a nivel de negociaciones internacionales.

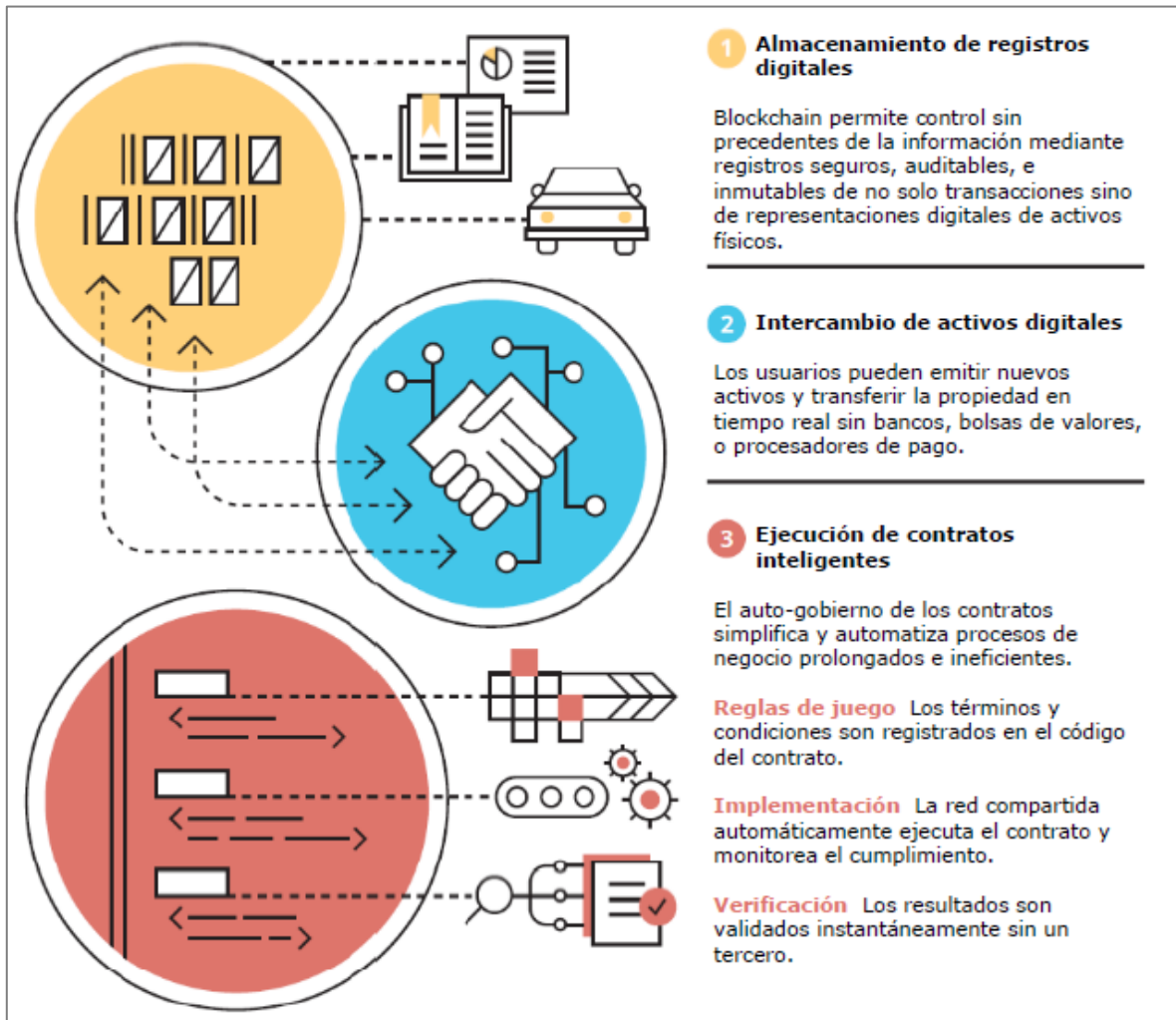
## **Antecedentes**

Las nuevas tecnologías han permitido un mayor desarrollo en la ciencia y la economía “el desarrollo tecnológico ha contribuido de manera decisiva a la transformación de la economía y al progreso de la humanidad” (Jurado & Ruiz, 2018). Dentro de los nuevos avances tecnológicos se encuentra el sistema Blockchain, que nace a partir del contexto de las criptomonedas, que según Jurado es “el proceso más conocido basado en la Blockchain, y en rápida expansión, es el de emisión de una moneda virtual, denominada como «criptomoneda»” (Jurado & Ruiz, 2018).

La implementación de este sistema nace a partir de la necesidad de brindar seguridad y confiabilidad a los usuarios de estas divisas; no obstante esta no es su única aplicación, dada su capacidad de mantener los documentos de manera intacta, impidiendo que terceros puedan manipular la información, además su habilidad de automatizar procedimientos, le brinda la capacidad a este sistema para ser empleado en todo tipo de labores que estén relacionados con la creación y sistematización de documentos legales como pueden ser los contratos, es posible que, a través de la aplicación de esta tecnología en modelos contractuales, se genere una mejora en los procesos de creación y ejecución de los mismos. (Jurado & Ruiz, 2018).

Como se viene describiendo, la tecnología Blockchain permite ser aprovechada de forma versátil, por lo mismo, en la siguiente figura 3, se muestran aplicaciones estratégicas fundamentales que le han permitido convertirse en un instrumento tecnológico trascendental en diferentes tipos de proyectos, tanto a nivel privado como público.

Figura 3. Usos estratégicos fundamentales de la tecnología Blockchain.



Fuente: Deloitte. University Press, (2017).

Adicional a lo que evidencia la figura anterior, otro de los logros estratégicos Blockchain consiste en que ante la tendencia de la economía “Blockchain/confianza” la cual se constituye en una migración del poder, pasando de los grandes agentes de confianza centralizados y otros intermediarios transaccionales, como por ejemplo los financieros, hacia los individuos. Significando, lo descrito líneas atrás, que este sistema Blockchain

puede percibirse como un guardián de la identidad y la confianza; por lo tanto, los negocios y los gobiernos deberán adoptar nuevos desarrollos para cautivar y comprometer a los ciudadanos a la par de agregar valor en el uso de la “economía de confianza” que viene evolucionando vertiginosamente (Deloitte. University Press, 2017).

“En la economía de confianza”, el individuo y no un tercero intermediario, decidirá qué información digital es registrada y cual no en la Blockchain, adicionalmente, determinará cómo esa información será usada. Teniendo en cuenta, además, que la información depositada tendrá una representación de sí misma de forma única y versátil, pues, también podrá ser compartida y administrada por intermedio de las fronteras organizacionales. Dado lo anterior, la tecnología Blockchain se vincula e implementa en esferas tanto públicas como privadas facultando a los usuarios a realizar directamente transacciones/procesos/Blockchain como los siguientes (Deloitte. University Press, 2017).

- Representaciones digitalizadas de documentos tradicionales de identidad como por ejemplo licencias de conducción, pasaportes, certificados de nacimiento, tarjetas de seguridad social/Medicare, registro de votantes, y registros de votación.

Con respecto al punto que precede, según IBM (2017), cerca de 1.500 millones de personas a nivel mundial no cuentan con un certificado de nacimiento válido legalmente, inhabilitándolos para ejercer acciones básicas para los ciudadanos como, por ejemplo, la apertura de una cuenta bancaria, la posesión de una propiedad o el acceso a los servicios públicos, dificultando su participación en la economía o en la creación de riqueza en los países. Las soluciones de identidad soportadas en Blockchain pueden garantizar más accesibilidad, seguridad e inmutabilidad de la información. De hecho, la OCDE (2017), conjuntamente a la biometría, considera a la tecnología Blockchain como uno de los instrumentos clave en el campo de la identidad (Vega, 2019).

- Documentos de propiedad y registros transaccionales para propiedad, vehículos, y otros activos de cualquier forma.

En consonancia con el punto anterior, el Banco Mundial, de acuerdo con IEG - WORLD BANK GROUP (2016), en cita de (Vega, 2019), estima que un 70% de la población mundial no posee un acceso adecuado a los títulos de propiedad inmobiliaria. En este sentido, la tecnología Blockchain se asocia de forma recurrente con la gestión del territorio y se torna especialmente útil cuando los títulos de propiedad no son almacenados sistemáticamente, principalmente, en países que padecen la falta de instituciones estables y que, por lo tanto, pueden presentar registros de la propiedad de forma ineficiente.

- Documentos financieros incluyendo inversiones, pólizas de seguros, cuentas bancarias, historiales de crédito, declaraciones tributarias y declaraciones de ingresos.
- Códigos de administración de acceso que proporcionan cualquier localización de identidad restringida; desde inicios de sesión únicos en sitios web hasta construcciones físicas, vehículos inteligentes, y localizaciones etiquetadas tales como lugares de acontecimientos o aeroplanos.
- Una vista comprensiva de la historia médica que incluya registros médicos y farmacéuticos, notas del médico, regímenes de acondicionamiento físico, y datos de uso de dispositivos médicos.
- Intercambio de archivos digitales sin fricción usando Blockchain. Las partes pueden intercambiar la propiedad de activos digitales en tiempo real y, notablemente, sin bancos, bolsas de valores, o procesadores de pago - todas las aplicaciones requiriendo reputaciones digitales de confianza. Muchos de los primeros casos de uso de Blockchain para negocios involucran facilitar pagos transfronterizos y transferencias dentro de las compañías. Aplicando el mismo modelo transaccional básico a las transacciones P2P, Blockchain potencialmente podría convertirse en vehículo para certificar y compensar intercambios de

activos casi de manera instantánea. Lo que llevaba T + 3 días para compensar ahora lleva T + 3 milisegundos. Si bien la aceptación amplia de los intercambios de activos P2P vía Blockchain todavía pueden estar varios años adelante, los pasos exploratorios que algunas compañías actualmente están realizando ofrecen luces sobre dónde el despliegue de Blockchain puede ser encabezado. Por ejemplo, Microsoft y el Bank of America Merrill Lynch están desarrollando conjuntamente una oferta de “Blockchain-como-un-servicio” basado-en-la-nube que ejecutará y racionalizará intercambios de activos entre compañías y sus clientes.

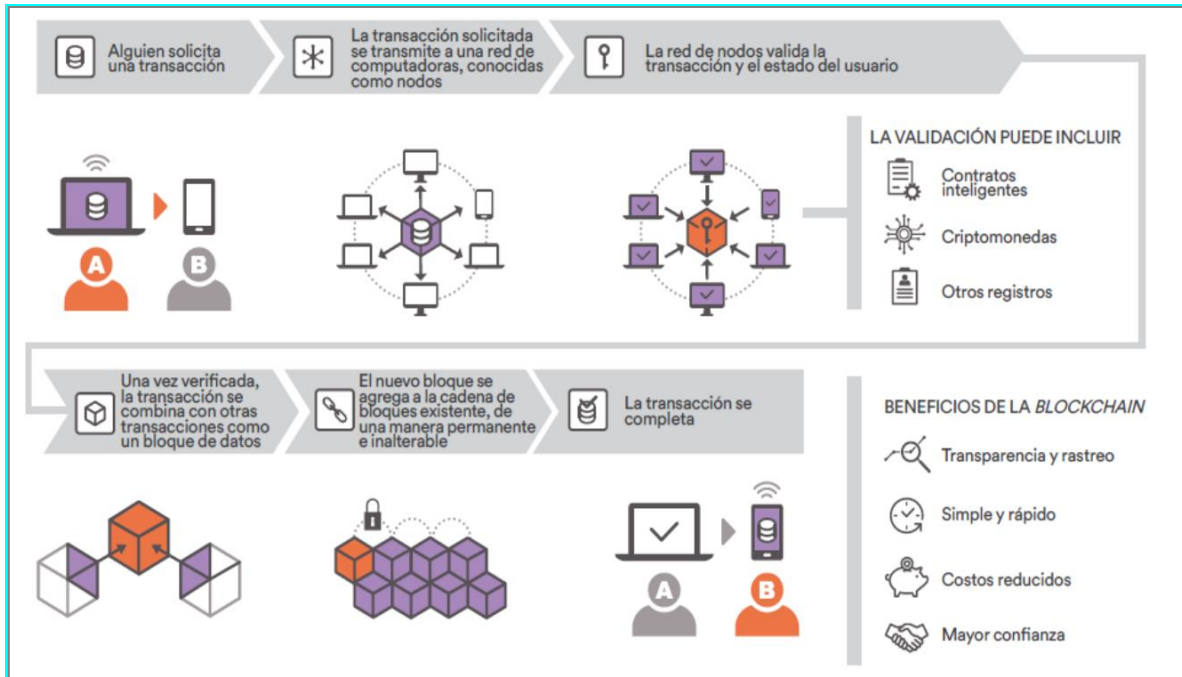
Adicional a las facultades, transacciones/procesos que confiere la Blockchain arriba descritos; en lo atinente al presente trabajo de grado, es importante también describir elementos que destacan la ejecución de contratos inteligentes con interfase Blockchain. Estos, representan una transición y/o alternativa a las transacciones y protocolos de índole financiero, por ejemplo, y con miras hacia una utilidad de carácter más general. Los contratos inteligentes Blockchain, entre otros factores significativos como la seguridad e impenetrabilidad, mantienen un registro e implementación automática de los términos contractuales y de acuerdos entre las múltiples partes.

A continuación, se reseña el despliegue de un contrato Blockchain. Este, fundamentalmente se vale de protocolos de consenso, la red computacional desarrolla una secuencia de actividades a partir de un código de contrato inteligente. Esta secuencia de actividades/acciones es el método mediante el cual las partes involucradas acuerdan los términos contractuales que se ejecutarán de forma automática, reduciendo al mínimo riesgos de errores y/o manipulaciones. Previo al desarrollo Blockchain, este tipo de contratos inteligentes eran imposibles debido a que las partes de un acuerdo/consenso de este tipo mantendrían bases de datos separadas, en cambio, por intermedio de una base de datos compartida operando el protocolo Blockchain, los contratos inteligentes se autoejecutan y las diferentes partes involucradas validan los resultados de forma inmediata y sin la participación de un tercero intermediario (Deloitte. University Press, 2017).



Como complemento a la reseña de funcionamiento de un contrato inteligente Blockchain, se insta seguidamente la figura 4, la cual, ilustra con más detalle el sistema de acciones en el proceso tecnológico Blockchain.

Figura 4. Funcionamiento y secuencia tecnología Blockchain



Fuente: Atencio (2020), en CAF - BANCO DE DESARROLLO DE AMÉRICA LATINA, (2020)

Los contratos inteligentes son propicios en circunstancias donde las redes/partes interconectadas adquieren compromisos mutuos recurrentemente, o en acuerdos en que las contrapartes realizan tareas manuales y/o duplicadas para cada transacción. Por ejemplo, podrían ser ejecutados en la compra o venta automatizada de instrumentos financieros, contratos de seguros de referencias ya establecidas, entre otras actividades automáticas de creación de mercados y de pagos digitales. En diferentes casos, la tecnología Blockchain se comporta como una base de datos compartida que proporciona una fuente de confianza segura y única con aprobaciones automáticas de contratos inteligentes, cálculos y diversas operaciones de transacción susceptibles a retrasos, omisiones y errores (Deloitte. University Press, 2017).

## **Justificación**

Es conveniente para las Instituciones de Educación Superior de la ciudad de Medellín, implementar un modelo de gestión tecnológica digital de contratación inteligente bajo la tecnología Blockchain, dado que dicha tecnología ayuda a reducir costos, los tiempos de espera disminuyen, y un factor importante es la seguridad, el contrato y sus condiciones no se verán afectadas o alteradas por externos, las instituciones que vinculan tecnologías inteligentes, impactando procesos internos, facilita la información para la toma de decisiones y mejora sus procesos, obteniendo como resultado sostenibilidad (Becerra, Forero y Hernández-Santamaría 2017).

Todo este conjunto de beneficios son los que requieren las Instituciones, debido a que manejan diferentes perfiles de contrato y de la forma tradicional se le hace muy costoso a las Instituciones sostener el departamento jurídico, el contrato inteligente realiza la automatización por sí mismo una vez las partes se cumplan; otra ventaja competitiva para las Instituciones de Educación Superior, es la importancia de ser líderes en los nuevos procesos derivados de tecnología Blockchain porque son coautores de procesos innovadores para el beneficio de toda la región y manejo de prácticas innovadoras. Estas nuevas tecnologías ayudan a que las instituciones de educación superior a nivel nacional mejoren en calidad educativa y obtengan más cobertura, dado que es uno de los retos que tiene Colombia (Becerra et al. 2017).

La importancia en innovar en los nuevos procesos donde se desplaza el trabajo físico por procesos computarizados se convierte en prioridad para las empresas, no obstante, las instituciones pueden tener un personal calificado para empoderarse de los nuevos procesos y transformar las organizaciones (Dans, 2016). Adicionalmente las Instituciones de educación superior de la ciudad de Medellín cuentan con los equipos y personal humano para desarrollar todo el conjunto que forma parte del modelo de contratación de Blockchain. (Ruta n Medellín, 2021).

Otro aspecto importante es lo útil que puede ser implementar estas tecnologías revolucionarias dado que los países que invierten significativamente en investigación y

desarrollo (I+D) son países con mayor crecimiento económico, y resulta ser un beneficio para las industrias de su población. Según datos del Banco Mundial y la UNESCO del 2018, los primeros en la clasificación, en términos de gasto absoluto en I+D, son grandes potencias económicas: Estados Unidos 2,84 %, China 2.19%, Japón 3.26%, Alemania 3.09%, la República de Corea 4.81% y Colombia con un 0.24%, esto indica el reto y obligatoriedad de implementar tecnologías de punta para poder ser competitivos. (UNESCO, 2018).

A continuación, y luego de hacer referencia a la importancia que tienen los países y las organizaciones en participar de forma decidida en las dinámicas de I+D, en la tabla 3 que sigue, se evidencian implementaciones Blockchain de connotaciones destacadas que se han llevado a cabo en diferentes países incluyendo Colombia.

Tabla 3. Implementaciones Blockchain.

| PAÍS    | DESARROLLO BLOCKCHAIN   | DESCRIPCIÓN   |
|---------|-------------------------|---|
| Estonia | Registro de sucesiones. | Primer país que implementa el sistema Blockchain para el registro de sucesiones, convirtiéndose en el punto de partida para la creación de diversas soluciones en procesos gubernamentales. Simplificando procedimientos y permitiendo que todas las instituciones del estado estén enlazadas y haciendo disponible la información a todos los ciudadanos para su consulta y trámites oportunos, por consiguiente, se minimiza los errores humanos y se evitan los reprocesos disminuyendo tiempos y costos, adicional a ello, garantizando la seguridad y confiabilidad de la información, al igual que por la fácil accesibilidad a los procesos, estos permiten a las personas adaptarlos a su estilo de vida y trabajo; demostrando, ser una tecnología eficiente con respecto a las necesidades de sus usuarios. Estonia, actualmente, se considera como el primer país digital del mundo (Cordero, 2019). |
|         |                         |   |

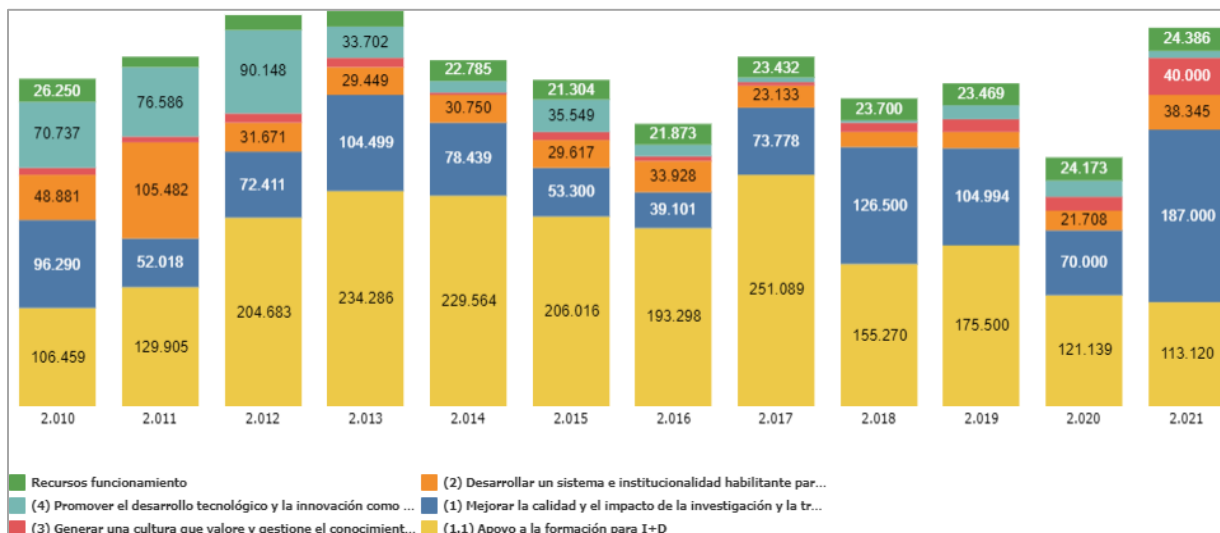
|                  |  |  |
|------------------|--|--|
| <p>Georgia</p>   | <p>Registro de propiedad.</p>  | <p>Su desarrollo le permitió al gobierno usar este sistema Blockchain para la compra y venta de títulos de propiedad, crear y registrar títulos, acceder a permisos de remodelación entre otros procesos notariales que anteriormente requerían de la presencia de los ciudadanos. Esto, permitió mayor transparencia en los mismos procesos, también permitió su automatización y acceso inmediato a la información, la disminución de tiempos y costos; un palpable y claro ejemplo de ello, lo propició un proceso de registro, el cual, pasó de demorar de 1 a 3 días en ser registrado, a aproximadamente 3 minutos, impactando en una reducción de costos del 90% (CEDICE FUTURO, 2021).</p>   |
| <p>Australia</p> | <p>Seguimiento a cadena de suministro de granos.</p>   | <p>AgriDigital, empresa agrícola australiana, se apoya en la tecnología Blockchain para realizar seguimiento a toda la cadena de suministro de granos, permitiéndole tanto a productores como a compradores identificar la oferta y la demanda y así poder verificar los precios de los productos, al igual que incrementa la transparencia, la eficiencia y la confianza. Por intermedio de este sistema, los agricultores mejoran las cadenas de suministro y garantizan el origen de sus productos, y algo muy importante, funciona como herramienta tecnológica predictiva al poder anticiparse a las épocas de mayor demanda y prever desabastecimientos, logrando con ello, garantizar una oferta suficiente de los diferentes productos agrícolas. Este mismo desarrollo ha sido replicado en la ganadería y otros mercados agrícolas (Australian Government – Department Of Industry, 2018).</p> |
| <p>Jordania</p>  | <p>Distribución de recursos del programa de alimentación para los refugiados sirios que residen en Jordania.</p> | <p>El proyecto “World Food Programme Building Blocks”, con fecha de lanzamiento en enero de 2017, es un programa diseñado bajo la tecnología Blockchain de Ethereum, su finalidad es distribuir los recursos del programa de alimentación para los refugiados sirios que residen en Jordania mediante el reconocimiento del iris, este reconocimiento ocular es confirmado en las bases de datos registradas en las Naciones Unidas. Esta herramienta tecnológica Blockchain, mediante su implementación, permitió pasar de</p>  |

|          |  |  |
|----------|--|--|
|          |  | una ayuda a 100.000 refugiados sirios a 500.000 refugiados en este país, con una optimización del gasto de más del 90%. Se espera implementar esta tecnología en las demás agencias vinculadas a la ONU (MIT Technology Review, 2018).   |
| Colombia | Promover el uso de energías renovables | EcoGox a través de un sistema Blockchain promueve el uso de energías renovables en Colombia permitiéndoles a los usuarios verificar el origen de la energía que consumen por medio de certificados de origen de cada kWh registrados con tecnología Blockchain, a la par, de que también almacena toda la cadena de generación de este tipo de recurso, permitiendo con ello, dar la opción al consumidor de escoger la fuente/proveedor, contribuyendo a su vez, con la disminución de gases de efecto invernadero (CEDICE FUTURO, 2021). |

Fuente: Elaboración propia a partir de los autores citados al interior de la tabla.

La siguiente gráfica presenta el presupuesto de Minciencias por año y línea de inversión en investigación y desarrollo (I+D) a los Programas Estratégicos del Sistema Nacional de Ciencias en Colombia en los últimos 10 años.

Figura 5. Presupuesto de Minciencias a programas estratégicos del Sistema Nacional de Ciencias en Colombia.



Fuente: (Minciencias, 2021)

En conclusión, estos datos reflejan la importancia que Colombia debe aportarle a la investigación y desarrollo para poder aprovechar las nuevas tecnologías, haciendo alianzas estratégicas universidades, empresa y estado.

(El caso de estudio se realizó en las instituciones de educación superior, I.U. Colegio Mayor de Antioquia, I.U. Tecnológico de Antioquia, Instituto Tecnológico Metropolitano y Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid).

La presente investigación se desarrolló en las Instituciones de Educación Superior (IES), debido al componente de diversidad de procesos y sus vínculos con diferentes actores, lo que permite un amplio campo de ejecución teniendo en cuenta diferentes perfiles. El sistema de la tecnología Blockchain permite el acceso a la información de manera inmediata, lo que posibilita el conocimiento de esta evitando filtros y reprocesos innecesarios, generando así confiabilidad entre las partes, motivo por el cual la tecnología mencionada viene cambiando de manera disruptiva el modo de realizar contratos, a un tipo de contratos inteligentes. Adicionalmente la implementación de este tipo de tecnología conlleva a un impacto ambiental significativo, debido a la reducción del consumo de papel, lo que posibilita agilizar la gestión de administración en la contratación al menor costo y tiempo posible, dentro de parámetros técnicos, ambientales y otros relevantes. Por tanto, se aspira diseñar un modelo de contrato inteligente derivado de la tecnología Blockchain, para las IES de Medellín que no tienen implementado este servicio y les permita tomar cultura sobre el mismo.

### **Pregunta de investigación**

De la problemática anterior se genera la siguiente pregunta de investigación.

¿Cuál sería el impacto al diseñar un modelo de gestión tecnológico digital para la contratación inteligente en las instituciones de educación superior de la ciudad de Medellín?

## OBJETIVOS

### Objetivo general

Diseñar un modelo de gestión tecnológica digital derivado de la tecnología Blockchain para el proceso de contratación inteligente en las Instituciones de Educación Superior de la ciudad de Medellín.

### Objetivos específicos

1. Identificar los factores claves en la implementación de tecnología Blockchain en procesos de contratación, a través de estudios bibliográficos y de estudios de casos aplicando el método Delphi.
2. Caracterizar los procesos de contratación en las Instituciones de Educación Superior de la ciudad de Medellín, a través del análisis de casos y entrevistas con expertos.
3. Analizar los elementos claves de la tecnología Blockchain en procesos de contratación para seleccionar el diseño del modelo de gestión tecnológica digital, con la metodología propositiva y soportado con elementos exploratorios.
4. Verificar el modelo frente a la población de interés a través de una lista de chequeo y análisis de los elementos incorporados en este.

# 1. CAPITULO I. Marco conceptual

## 1.1 Nuevas tecnologías de la información

La tecnología ha evolucionado en cuanto a la técnica de almacenar y al mismo tiempo acceder a la información, permitiendo así la aplicación en diferentes medios con el fin de mejorar procesos y a su vez haciéndolos mucho más seguros, debido a que la información registrada dentro del sistema no se puede modificar una vez dentro del mismo, también es una base de datos descentralizada y distribuida cuya principal característica es la inmutabilidad y encriptación de los datos almacenados (Sánchez, Tejeda, & Leceta, 2018). Lo anterior genera estándares de seguridad mucho más altos de lo normal, logrando una mayor fiabilidad, que a su vez podría ayudar a solucionar la mayoría de inconvenientes que presentan actualmente como los menciona Sierra & Ávila (2020), el cual indica que los esquemas contemporáneos plantean situaciones complejas e inconvenientes, que al mismo tiempo pueden ser 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. (Sierra & Ávila, 2020)

La velocidad evolutiva de las tecnologías parece, de alguna manera imparable. Actualmente la tecnología ha influenciado casi todos los aspectos de la vida humana, propiciando posibles cambios a nivel social, que unas décadas atrás eran impensables (Jiménez, 2020), la comunicación es un ejemplo de esto, hace unos años era inconcebible la interacción simultánea entre dos sujetos que se encontraban a horas distancia. Con la llegada de nuevos sistemas informáticos y maneras de interconexión fue posible también la creación de nuevas economías digitales que habitan simultáneamente con las tradicionales.

## 1.2 Modelo de gestión tecnológica

Es el conjunto de procesos que utilizan las organizaciones para integrar la tecnología y la innovación, mediante métodos para conocer, desarrollar y controlar sus recursos y actividades de forma organizada, de manera que apunten al logro de los objetivos estratégicos y competitivos. Mejía (1998) plantea que la gestión tecnológica integra diversos procesos relacionados con el manejo de la prospección tecnológica, involucrando



innovación estratégica y cultural dentro de un marco administrativo eficaz. (Castellanos Domínguez, 2003), lo que permite a la organización generar ventajas competitivas sostenibles.

### **1.3 Modelo de gestión tecnológica digital**

La optimización de los modelos de gestión tecnológica digital se sustenta en el momento en que se percibe la transformación de la información análoga a digital, en cuanto los elementos físicos de las organizaciones se tornan a la virtualidad como plataforma de desempeño, generando un cambio en el metabolismo empresarial, (Perozo & Nava, 2015), lo anterior, posibilita calidad de control interno en las organizaciones, menor tiempo de espera en los requerimientos y procesos, seguridad de la información y contenido, facilitando la toma de decisiones y a su vez una reducción de gastos en diversas áreas.

#### **1.3.1 Modelo de Ray Geanhi**

La tecnología es un factor fundamental para el crecimiento de las organizaciones, lo cual requiere disponer recursos para innovación, producción y talento humano calificado. Geanhi presenta un modelo de gestión para industrias de base tecnológica. Divide la gestión tecnológica en tres subsistemas: subsistema de transformación, que hace referencia a la gestión de procesos que convierten propiedad intelectual en operaciones y desarrollo de nuevos productos; subsistema de recursos, encargado de la gestión de calidad y confiabilidad, gestión del procesamiento de la información, y gestión del personal; finalmente el subsistema de integración y visión, orientado a la integración entre la gestión de proyectos tecnológicos y la gestión del liderazgo y la dirección visionaria, (Carrillo y Vargas, 2011), a continuación, se visualiza una representación del modelo de Ray Geanhi.

Tabla 4. Representación Modelo de Ray Geanhi..

| Representación - Modelo de Ray Geanhi     |  |
|---|--|
| <b>Subsistema de transformación</b>       | Hace referencia a la gestión de competencias en el núcleo de los procesos transformacionales, es decir, aquellos que convierten propiedad intelectual en operaciones y desarrollo de nuevos productos. |
| <b>Subsistema de recurso</b>              | Está relacionado con la gestión de tres recursos de apoyo claves para la gestión tecnológica.  |
| <b>Subsistema de integración y visión</b> | Está orientado a la gestión de la integración entre las competencias de los dos subsistemas anteriores y comprende.  |

Fuente: Elaboración propia con datos de Ray Geanhi

### 1.3.2 Modelo de Gestión Tecnológica de Hidalgo Nuchera

Este autor señala dos tipos de funciones para una eficiente gestión tecnológica, las funciones activas enfocadas a la adquisición y desarrollo de recursos tecnológicos y la capacidad de asimilar las tecnologías incorporadas a los procesos, por otra parte, las funciones de apoyo, las cuales están relacionadas con la capacidad de identificar las señales del entorno en cuanto a las oportunidades y amenazas de su posición tecnológica e interpretación. (Carrillo y Vargas, 2011), a continuación, se visualiza una representación del modelo gestión tecnológica según Hidalgo Nuchera.

Tabla 5. Representación Modelo de Gestión Tecnológica de Hidalgo Nuchera.

| Representación – Modelo de Gestión Tecnológica de Hidalgo Nuchera |                         |                           |                                    |
|---|-------------------------|---------------------------|------------------------------------|
| <b>Vigilancia tecnológica</b>                                     |                         |                           |                                    |
| Evaluación de la competitividad                                   | Diseño de la estrategia | Incremento del patrimonio | Implementación fases de desarrollo |
| <b>Protecciones de las innovaciones</b>                           |                         |                           |                                    |

Fuente: Elaboración propia con datos de Hidalgo Nuchera

## 1.4 Contratos

Los contratos pueden ser definidos como un acuerdo entre dos partes el cual incluye una serie de obligaciones por parte de las personas implicadas en el mismo, no hay duda alguna que los contratos, en principio, son un acuerdo de voluntades los cuales presentan derechos y obligaciones entre los contratantes (Ramírez, 2019). Como es posible observar, esta definición es de un carácter general por lo que es necesario identificar el concepto de contrato laboral.

“(…) la definición del contrato de trabajo, que en términos del artículo 21 del Código Sustantivo del Trabajo, es el vínculo jurídico entre dos personas, trabajador y empleador, en el cual el trabajador se obliga a prestar un servicio personal bajo la subordinación del empleador, bajo una continua dependencia.” (Martínez & Agudelo, 2020).

Por lo anterior, un contrato laboral puede definirse como un vínculo jurídico que une a dos partes, trabajador y empleador, en donde se genera un proceso de subordinación.

### 1.4.1 Contratos inteligentes

Los contratos en la actualidad pueden tener diferentes formatos, tales como los electrónicos y los inteligentes que a simple vista se podría pensar que son lo mismo, hay diferencias entre ambos, según Noriega (2019) el contrato electrónico o digital puede ser definido como aquel acuerdo que se realiza a través de sistemas electrónicos, tiene unos

componentes incluidos que son, unos actos jurídicos bilaterales, se constituye por acuerdo de voluntades, produce ofertas o consecuencias debido al reconocimiento de una norma de derecho, es un procedimiento que se sigue para que dos o más partes se pongan de acuerdo sobre los derechos y obligaciones que cada una de ellas adquiere y quedan debidamente incluidas y detalladas. Este tipo de contratos son la base que permitió, de algún modo el desarrollo de los contratos inteligentes.

En este sentido, el contrato inteligente nace a partir del electrónico, no obstante, esto no los hace iguales, si bien ambos se realizan y alojan en un sistema digital, el inteligente tiene la capacidad de auto ejecutarse. La diferencia entre los contratos inteligentes y los contratos electrónicos es que tienen como fundamento la automatización de las obligaciones que surgen del contrato, es decir, el contrato inteligente es capaz de autoejecutarse cuando se cumplen las condiciones contenidas en el modelo contractual.

Al igual que cualquier contrato, los Smart Contract se basan en un pacto entre dos partes, con la diferencia que gran parte del cumplimiento de este puede ser automatizado una vez establecidas las normas de ejecución del ya mencionado contrato (Jiménez, 2020). Esto podría facilitar en gran magnitud procesos del contrato tales como los pagos de nómina, los cuales podrían realizarse de manera autónoma.

## **1.5 Instituciones de Educación Superior**

Los contratos inteligentes podrían facilitar de gran manera los modelos de contratación dentro de las Instituciones de Educación Superior en la ciudad de Medellín, teniendo en cuenta la seguridad que otorga el sistema Blockchain, junto con su capacidad de autoejecutar procesos que se encuentren dentro del mismo, permitirían mejorar los procesos de contratación de las instituciones de educación superior.

Las instituciones de educación superior en Colombia enfrentan grandes retos, uno de ellos es la ampliación de los niveles de cobertura y mejoramiento de la calidad educativa, (Becerra y Hernández 2017), por ende, se genera un crecimiento en la infraestructura, esto conlleva a la implementación de contratos en todos los frentes, lo que implica contar con un sistema rápido, seguro y eficaz.

Si bien en el presente trabajo se habla de manera general de las Instituciones de Educación Superior, el caso de estudio se pretende realizar en una de ellas, que en el momento está por definirse.

## **Marco histórico**

### **1.6 Blockchain**

La Blockchain refiere a seguridad, capaz de encriptar información, que, a su vez, va creando cada bloque hasta darle firmeza, la seguridad de este sistema se basa en su capacidad de mantener la información intacta y a su vez de encriptarla. Lo cual, según el autor (Pabón Cadavid, 2010), puede definirse de la siguiente manera, La criptografía es la técnica utilizada para cifrar mensajes que contienen información, palabra que proviene del griego Kryptos y Graphein, que significan “escondido” y “escritura”, respectivamente; ha sido denominada también escritura secreta, ya que el cifrado supone un grado de secretividad para evitar el descifrado por personas ajenas a los receptores originales del mensaje.

A partir de lo anterior, es posible entender porque este sistema resulta tan útil e importante en los sistemas económicos virtuales, esto debido a la seguridad y confianza que genera el saber que la información de la moneda no podrá ser identificada por alguien que no haga parte de la transacción y además no podrá ser modificada por nadie, incluso las personas que hacen parte del intercambio. En el mismo sentido, esta tecnología nace en el contexto de una economía digital y con el fin de darle seguridad a la misma, pero esto no significa que su uso se limite a esta única aplicación, de hecho, según se menciona, estaría frente a una nueva manera de transmisión de la información.

Es importante mencionar que el Blockchain podría ser utilizado en diferentes sectores, tal como mencionan los autores ya antes citados “ahora todos los analistas tecnológicos plantean utilizarla en la mayoría de los sectores industriales y de servicios, gracias fundamentalmente a su capacidad de desintermediación en los servicios.” (Sánchez, Tejeda, & Leceta, 2018).

### **1.6.1 Sistema Blockchain**

El sistema Blockchain cuenta con características que le permiten ser empleado en diferentes actividades. Debido a esto, se orientará, en cómo puede ser utilizada esta tecnología en el ámbito de la contratación, dado que este es el fundamento de la presente investigación.

Según Sierra & Ávila (2020) la implementación de nuevas tecnologías, como el Blockchain, podrían generar mejoras en los procesos contractuales, dado que reemplaza los sistemas obsoletos por nuevos sistemas que puedan agilizar los procesos. Desde otra perspectiva, la tecnología puede eliminar obstáculos, mediante la implementación de inteligencia artificial 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 y servicios.

Las nuevas tecnologías podrían de manera hipotética mejorar los procesos contractuales, lo más posible es que con el pasar del tiempo estos contratos a través del sistema blockchain terminen siendo cada vez más comunes “En un breve tiempo, sobre la base de dicha plataforma se acometerán, con cierta habitualidad y dinamismo, entre otras tareas, los denominados Smart Contract o contratos inteligentes” (Jiménez, 2020).

Como se ha venido observando, el sistema blockchain es una tecnología segura que podría permitir mejoras al nivel de contratación dada su seguridad y su capacidad de automatizar procesos. Lo anterior significa un mejor desarrollo de los sistemas contractuales en las Instituciones de Educación Superior de la ciudad de Medellín. Tomando en cuenta esto se hace de importancia entender que significa un contrato inteligente.

## **2. CAPITULO II. Metodología**

Se implementó la metodología propositiva, abordada con fuentes de información digital como bases de datos y fuentes de conocimiento bibliográficas, la investigación es de carácter exploratorio, y se realizó a través de las siguientes etapas:

- Identificación de factores claves de información en la implementación de tecnología Blockchain

Se identificaron las funciones de la tecnología Blockchain, reporte de aplicaciones de la tecnología desde su origen y como ha sido su evolución, por medio de referencias y bases de datos, además, se mostró cómo ha sido el comportamiento de la tecnología y como se adapta a las necesidades de la empresa, identificando como la empresa emplea mecanismos cercanos de tecnología o métodos a la tecnología Blockchain, dando cumplimiento a las fuentes secundarias con los diferentes autores, para soportar la investigación mediante los diferentes mecanismos de búsqueda mencionados.

- Caracterización de los procesos de contratación en las Instituciones de Educación Superior de la ciudad de Medellín.

Se caracterizaron los sistemas de contratación en la institución, a través del método DELPHI se diseñaron cuestionarios, entrevistas y encuestas para los departamento de gestión humana de las IES de la ciudad de Medellín para incluir el proceso de contratación de cada departamento, se identificó su articulación, además de ir documentando toda la información encontrada para ser caracterizada, se consultó sobre las recurrencias más comunes reclamadas legalmente en el departamento jurídico, impacto del medio ambiente en la cantidad de hojas impresas y otros elementos relacionados.

- Análisis de los elementos claves de la tecnología Blockchain en procesos de contratación.

Se analizaron los elementos aplicados a la tecnología Blockchain, la población objetivo, casos reales y experiencias. Los hallazgos encontrados se utilizaron para obtener la información pertinente en el diagnóstico general de la situación. Adicionalmente se analizó el impacto ambiental, específicamente para determinar el estado actual y las condiciones de la institución en la recolección y ahorro del papel. De igual forma se ejecutó en el departamento de talento humano, validando la medición de tiempo que lleva un proceso de contrato con cada individuo y sus requerimientos.

- Verificación del modelo frente a la población de interés.

Se verificó el modelo obtenido frente a la población de interés, mediante la participación de expertos dónde se determinó la viabilidad y hallazgos obtenidos de la investigación, se tendrá en cuenta la pertinencia frente a la población de interés y las bondades del modelo de gestión tecnológico digital, desarrollado con metodologías ágiles de información. Se evaluó la pertinencia del modelo conceptual diseñado desde una perspectiva orientada a la cultura organizacional, para la selección de elementos en la aplicación tecnológica Blockchain, con la intención de incentivar a las instituciones en la aplicación de la contratación inteligente.

### Esquema de la metodología

Tabla 6. Etapas y actividades clave de la metodología.

| <b>ETAPAS</b>  | <b>ACTIVIDAD<br/>1</b>                         | <b>ACTIVIDAD<br/>2</b>   | <b>ACTIVIDAD<br/>3</b>  |
|--|--|--|---|
| <b>Etapa #1</b><br><b>Revisión de fuentes de información</b>         | Revisión bibliográfica.                        | Identificación de funciones de la tecnología Blockchain.   | Identificar mecanismos implementados en empresas con contratación blockchain. |
| <b>Etapa #2</b><br><b>Caracterización de procesos y contratación</b> | Explorar sistemas de contratación inteligente. | Clasificación y comparación de criterios y selección de elementos de contratación blockchain y manual de prácticas de contratación en las IES. | Determinar elementos relacionados con mayor relevancia.                       |



|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
| <p><b>Etapa #3</b></p> <p><b>Análisis de selección y elementos de la tecnología Blockchain</b></p>  | <p>Análisis de elementos como requisitos para el modelo.</p>                                | <p>Estructurar los procesos tecnológicos para contratos inteligentes.</p>        |  |
| <p><b>Etapa # 4</b></p> <p><b>Verificación del modelo frente a la población de interés</b></p>  | <p>Diseño de encuestas para la verificación de expertos de los elementos seleccionados.</p> | <p>Documentación de la viabilidad de hallazgos obtenidos en la verificación.</p> |  |
| <p><b>HERRAMIENTAS IMPLEMENTADAS EN EL DESARROLLO DE LOS OBJETIVOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bases de datos (Scopus)</li> <li>• Método Delphi (expertos)</li> <li>• Diseño de encuestas para personal de contratación de las IES (cuestionario)</li> </ul> |   |  |  |

Fuente: Elaboración propia

### 3. CAPITULO III. Análisis de resultados

#### 3.1 Identificación de los factores claves en la implementación de tecnología Blockchain en procesos de contratación, a través de estudios bibliográficos y de estudios de casos aplicando el método Delphi

##### 3.1.1 Revisión bibliográfica

Se eligió la base de datos Scopus por sus principales herramientas de investigación y contiene un robusto repositorio multidisciplinar de citas y resúmenes de literatura revisada por pares y fuentes web. Provee acceso simultáneo a las referencias bibliográficas, el resumen, el texto completo, información bibliométrica sobre la citación de varias de las

publicaciones de diferentes editoriales, incluyendo la consulta de contenidos científicos y textos completos de acceso abierto en la web (Etítulo, 2021).

### **Métodos de búsqueda**

En este trabajo se ha llevado a cabo una revisión sistemática de literatura científica publicada en materia de contratación inteligente en relación con las instituciones de educación superior, para su desarrollo se utilizó la declaración PRISMA, para una correcta realización de revisión sistemática.

A continuación, se detallará el proceso de elaboración en sus distintas fases.

### **Criterios de inclusión:**

- Que incluya contratos inteligentes.
- Que cuente con enfoque de tecnología Blockchain.
- Que sea en instituciones o universidades.
- Idioma inglés o español.

### **Criterios de exclusión:**

- Que se excluyan empresas que no estén relacionadas con educación superior.
- Excluir un idioma diferente al inglés o español.
- Escuelas o colegios
- Tecnologías diferentes a los contratos inteligentes con Blockchain.

### **Búsqueda inicial**

Las primeras búsquedas se realizaron en septiembre del 2021, combinando algunos operadores booleanos como (AND y OR), en la base de datos Scopus. Utilizando la siguiente ecuación de búsqueda; *(contract or document) and smart and ("higher education institution" or university) and blockchain*. Se obtuvieron un total de 60 documentos.

### **Búsqueda sistemática**

La búsqueda sistemática se realizó nuevamente en noviembre del 2021, en las bases de datos Scopus, con la siguiente ecuación de búsqueda: ***(higher\* AND education\* AND***

**Smart\* AND contracts\* AND blockchain).** Los resultados obtenidos en la base de datos Scopus fueron 22 documentos.

No obstante, al realizar una revisión detallada de los títulos de los documentos encontrados, se evidenció que la ecuación se podía mejorar, dado a la evolución que han presentado los contratos inteligentes, a contratos inteligentes con tecnología Blockchain, para un mejor resultado y con la ventaja de que es un tema relativamente nuevo, por lo cual, la ecuación que se mejoró fue: **((higher\* AND education\*) OR college OR university AND smart\* AND contract\* OR documen\* AND blockchain).** Los resultados obtenidos en la base de datos Scopus fueron 95.

### **Análisis de productividad**

A continuación, se muestra los resultados obtenidos propuestos en la metodología:

Como punto de partida, se inicia con el indicador de documentos publicados por año, donde en la figura 6 se observa el incremento de publicaciones con un mayor crecimiento en los años 2020 con 25 documentos y el 2021 con 42 documentos, los temas donde más se hacen divulgaciones son en espacios como conferencias empresariales y académicas, el crecimiento exponencial muestra la importancia del tema expuesto.

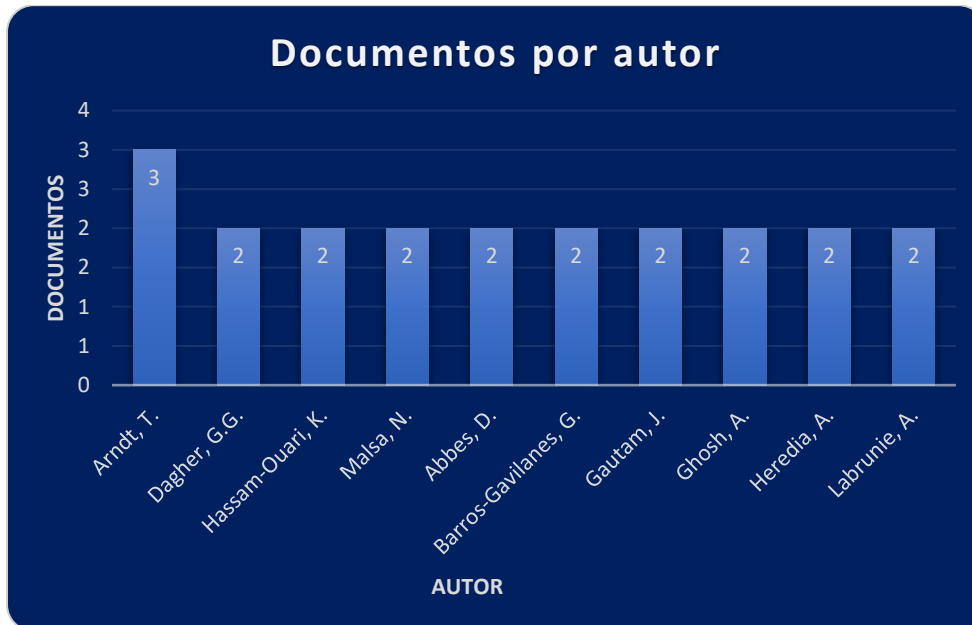
Figura 6..Cantidad de documentos por año.



Fuente: elaboración propia con datos de (Scopus, 2021)

En la figura 7 se aprecia la cantidad de documentos por autor, el autor con más publicaciones en la temática seleccionada es Arndt Timothy, con 3 publicaciones, una de sus publicaciones trata de transcripciones basadas en blockchain para la educación superior móvil, en el artículo se mencionan los desafíos que tiene la educación y la importancia de vincular la tecnología Blockchain dentro de los sistemas para optimizar los procesos en cuanto a las certificaciones institucionales. El autor Hassam-Ouari, en su libro Software Modeling and Design, habla de la importancia de crear aplicaciones móviles con software especializados para programas de educación, el autor se refiere sobre el impacto positivo al sector educativo si se implementa sistemas especializados con tecnologías disruptivas, mejorando los sistemas y bases de almacenamiento de información. Teniendo en cuenta que el tema tratado es novedoso en las Instituciones de Educación Superior (IES), esto demuestra el interés sobre el área de estudio, todos estos documentos permiten que otros autores puedan conocer y profundizar diferentes posturas relacionadas con modelos de contratación en las IES.

Figura 7. Cantidad de documentos por autor.

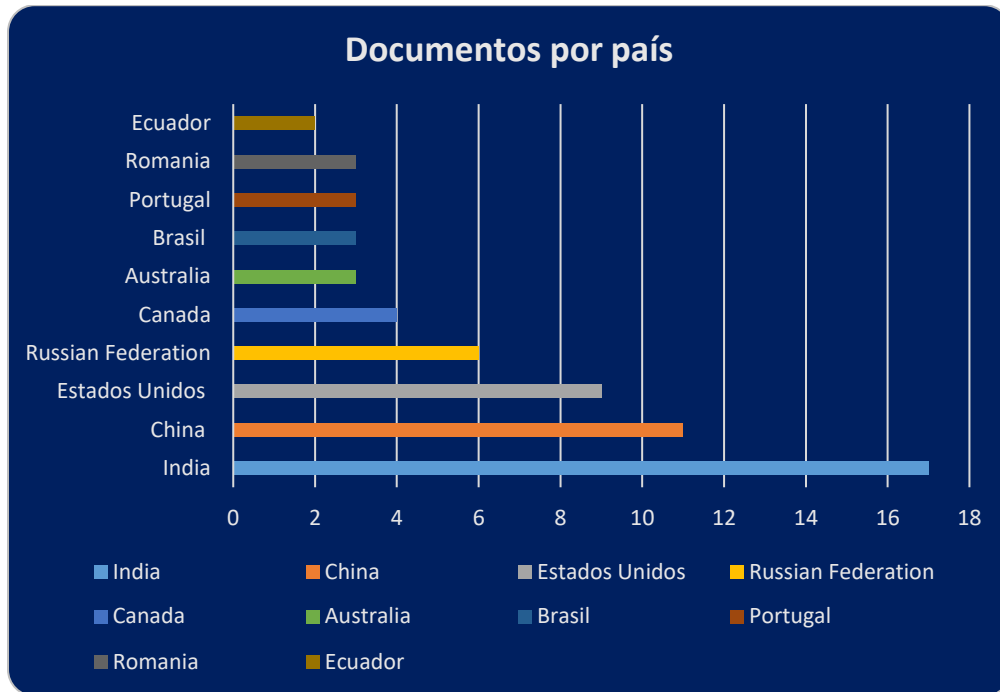


Fuente: elaboración propia con datos de (Scopus, 2021)

En la figura 8 se observan los países con más publicaciones sobre el tema abordado, liderando la India con 17 publicaciones, China 11, Estados Unidos 9, Rusia 6, y Canadá con 4. Estos son los 5 países con más producción científica en la base de datos Scopus, resaltando los países asiáticos con mejor posicionamiento en publicaciones, lo anterior, refleja que a su vez son potencias mundiales y esto puede estar asociado con aperturas tecnológicas a los nuevos procedimientos vinculados con tecnología; en varios artículos de la India se observa que la mayoría de los temas están relacionados con contratos digitales en el sector de las monedas, seguido de contratos inteligentes para finanzas y aporte a el sector educativo. China, Estados Unidos y Rusia si están enfocados en desarrollar sistemas de seguridad en todos sus frentes, vemos como la tecnología Blockchain es utilizada por las grandes potencias para diversificar en todos los sectores económicos de los países.

Las producciones bibliográficas de naturaleza científica en los Estados Unidos se hacen de manera articulada entre privados y academia en su gran mayoría, pero las de Rusia y China, es academia con el estado, la articulación de varios frentes es lo que hace posible dicho desarrollo.

Figura 8. Cantidad documentos por país.

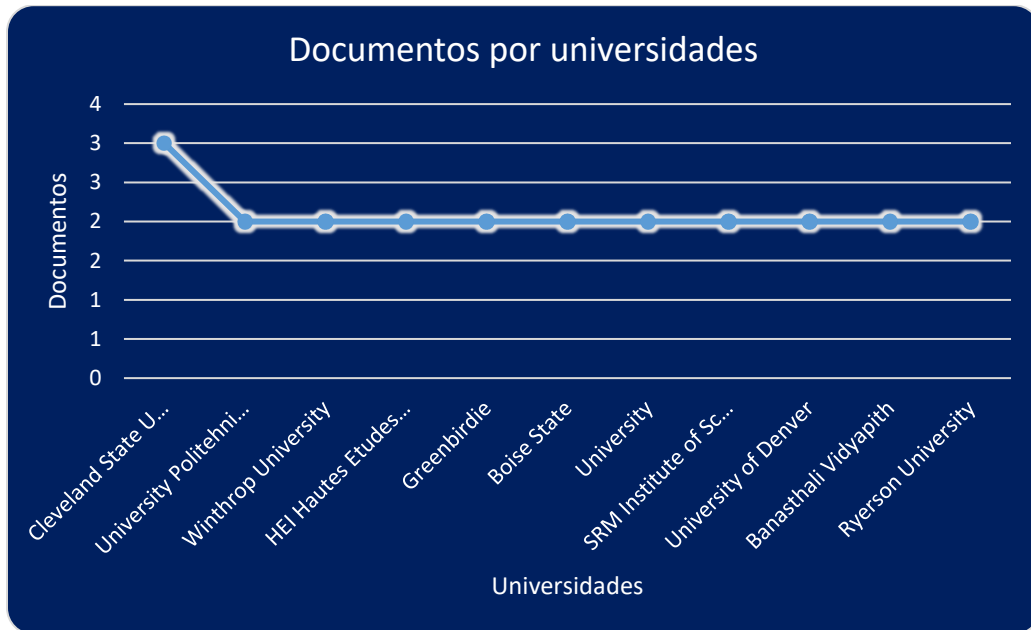


Fuente: (Scopus, 2021)

En la figura 9 se puede apreciar la cantidad de documentos por universidades, se evidencia que la Universidad de Cleveland en los Estados Unidos lidera la mayor cantidad de documentos científicos con 3 publicaciones de diez Instituciones arrojadas por la base de datos Scopus; las otras 9 Instituciones cuenta cada una con 2 publicaciones. La Universidad de Cleveland cuenta con programas relacionados con la tecnología Blockchain, donde se brinda eventos a diversas disciplinas, cuenta con personal calificado en dicha área, facilitando experiencias y relaciones en el campo de interés de cada grupo.

Las universidades identificadas cuentan con programas especializados de contratos inteligentes y nuevas tecnologías, dentro de las tecnologías se brindan cursos de Blockchain, esto refleja que las universidades diversifican sus mallas curriculares y están dadas a el cambio de la tecnología, esto hace que las instituciones sean más competitivas, el impacto que han dejado son relacionados con los nuevos procesos de diversificación u obtener certificados académicos, dado que los resultados de las instituciones mencionadas, relacionan procesos como, certificación de diploma, acceso a la información, actualización de programas, entre otros.

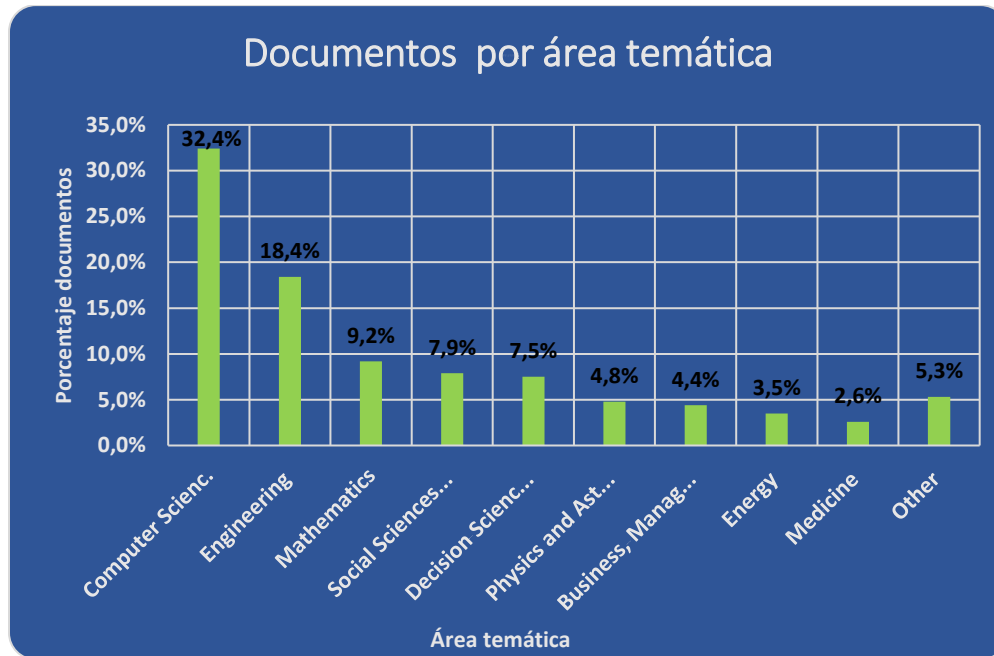
Figura 9. Cantidad de documentos por universidad.



Fuente: elaboración propia con datos de (Scopus, 2021)

En la figura 10 se puede observar la cantidad de documentos por área temática, donde las ciencias de la computación ocupan un 34.2% obteniendo el mayor porcentaje en aporte científico, lo sigue Ingeniería con un 18.4% y el área de las matemáticas con un 9.2%. Sobre lo expuesto, se muestra un mayor acercamiento entre desarrollo de las ciencias de la computación con la tecnología Blockchain en procesos disruptivos, con desarrollo continuo e inclusión tecnológica. Uno de los autores más mencionados es Arndt, T. (2020), el cual se enfoca en el área de la computación, habla del crecimiento que tendrá el campo de los sistemas en los próximos años e incluso como cada día se vinculan más procesos tecnológicos de software en procesos cotidianos de las empresas y funciones personales. Esto nos indica que la investigación es de gran aporte a nuevos sistemas que están por desarrollarse en nuestro país.

Figura 10. Cantidad de documentos por área temática.



Fuente: elaboración propia con datos de (Scopus, 2021)

### Análisis de tendencia

A continuación, se presenta la figura 11 donde se muestran las palabras clave y más representativas en el periodo 2017 – 2021





En la figura 11 se muestran las palabras más relevantes en el tema contratación inteligente, donde la palabra Blockchain tiene un mayor impacto, a partir de la figura se desglosan una serie de palabras vinculadas con la búsqueda bibliométrica, donde la palabra Smart Contracts cuenta con un segundo grado de importancia, dado que todo proceso con desarrollo Blockchain lleva consigo un contrato inteligente, adicionalmente, la descentralización de la información permite que aumente la seguridad, facilitando que la tecnología interactúe con procesos de la educación y la inteligencia artificial, posteriormente se muestran otras palabras como cripto grafía, privacy, Smart city, entre otras. Estas palabras mencionadas son la muestra de las nuevas tendencias tecnológicas e innovadoras que vienen transformando las industrias.

De lo anterior se puede resaltar que la tecnología Blockchain tiene mucho que aportar a los procesos de investigación y facilitar procesos en las Instituciones de Educación Superior que es el campo de estudio, de este modo se aporta a los investigadores del tema, dado que ésta tecnología está incursionando en el sector empresarial y puede aportar en las diferentes áreas de investigación, vinculando diversas aristas de la tecnología como lo es la inteligencia artificial complementada con tecnología Blockchain.

El estudio realizado contribuyó a la identificación de importantes características, una de ellas, es la relevancia del autor que más ha realizado publicaciones como lo es Arndt, T. (2020), el cual cuenta con tres publicaciones, transcripciones basadas en Blockchain para aplicaciones de las universidades, big data en ingeniería de software y de la microuniversidad multimedia a la macro universidad, entre otros, lo cual se encuentra enfocado a las nuevas tendencias tecnológicas y adaptación al cambio, el contenido ayudó como referentes a la formulación de las preguntas para el cuestionario que se realizó a los expertos de la materia, y así identificar los factores claves de la tecnología Blockchain.

## **Resultado del cuestionario realizado con el método Delphi**

A continuación, se muestran resultados de las respuestas obtenidas por los expertos, teniendo en cuenta que fue realizado por utilizando método Delphi; éste método fue elegido por su funcionamiento, dado que se basa en la elaboración de un cuestionario, el cual ha de ser contestado por los expertos relacionados con el tema a tratar según lo soportan los autores (Reguant & Torrado, 2016), adicionalmente el método Delphi permite suscitar el grado de consenso o los puntos de diferencia que se encuentre entre los expertos que respondan las encuestas.

Los expertos se encuentran relacionados con el tema, entre ellos hay académicos y comercializadores de tecnología en el sector privado. El experto número 1 es Doctor en computación de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, con más de 20 años en el sector de la computación. El experto número 2 es Doctor en computación de la Universidad Nacional, actualmente docente de la Universidad Pontificia Bolivariana, con más de 10 años de experiencia. El experto número 3 es Magister en seguridad informática y ciber seguridad, actualmente docente universitario y presta servicios profesionales a diferentes agencias de seguridad, relacionadas con el tema digital. El experto número 4 es docente universitario experto en el desarrollo de programas, consultor en procesos de programación en sus diferentes lenguajes y algoritmos. El experto número 5 es administrador y empresario, con más de 12 años comercializando proyectos de tecnología por medio de plataformas digitales, conocedor de monedas basadas en la elaboración de las cripto monedas.

Los expertos fueron seleccionados por la destreza en el tema abordado, adicionalmente que conocieran de diferentes sistemas tecnológicos, que manejaran temas relacionados con nuevas tecnologías entre ellas la Blockchain, que fueran expertos en computación y otros que conocieran a fondo la tecnología, para ello se logra identificar expertos de diferente perfil profesional. El cuestionario está conformado por (6) seis preguntas, de las cuales (4) cuatro de ellas hubo que justificar su respuesta. Las preguntas fueron elaboradas de acuerdo con el resultado bibliométrico del objetivo número 1 planteado.

Las preguntas fueron elaboradas teniendo en cuenta las siguientes consideraciones; lo primero es el análisis bibliométrico, el cual permitió establecer autores, áreas temáticas donde se aplique tecnología de contratación inteligente, países entre otras; segundo, teniendo claro en que instituciones se realizaría el ejercicio, se determinó que los expertos deben ser de diferentes sectores académicos y sector privado, y de este modo se construyen las pregunta articulándolas para darle respuesta al objetivo número 1.

El método Delphi permitió que se llegara al consenso mediante la recirculación del cuestionario, lo cual posibilitó la recolección de información por medio de las respuestas de los expertos, cumpliendo el paso a paso del esquema metodológico; la recirculación de la información logró identificar factores claves que permitieron ser analizados y estructurados, posteriormente se hizo retroalimentación validando que la información estuviera orientada al tema, en esta etapa se logró la caracterización de la tecnología por medio del consenso de los expertos.

## **Pregunta 1**

Con sus palabras mencione, ¿qué conoce de la tecnología blockchain y contratación inteligente?

### **Respuestas de pregunta 1**

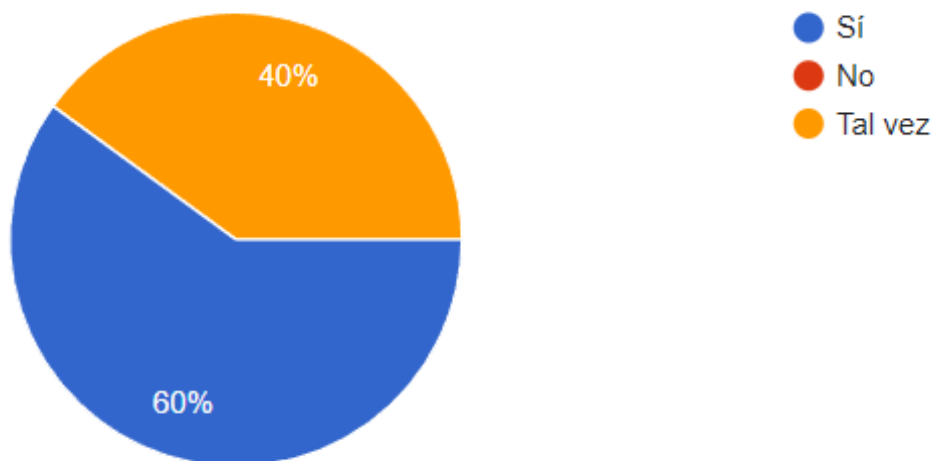
- R/1. Sistemas de Tecnologías seguros para transferencias de mercados.
- R/2. Bloques o módulos.
- R/3. Tecnología más confiable, descentralizada, al momento no hackeable / impenetrable en referencia a alteraciones de carácter fraudulenta y de reprocesos; en términos de contratos inteligentes, además de las consideraciones iniciales, permite agilizar los procesos, y a su vez, los hace más seguros y eficientes.
- R/4. Blockchain es una tecnología donde se eliminan terceros para la circulación de datos en la red.
- R/5. Es una tecnología de cadena de bloques descentralizada que sirve para realizar operaciones sin intermediarios.

## Pregunta 2

¿Considera que la tecnología Blockchain es segura?

### Respuestas de pregunta 2

Figura 12 . Respuesta de cuestionario a expertos. Pregunta 2.



Fuente: Elaboración propia

### Justificación de las respuestas anteriores

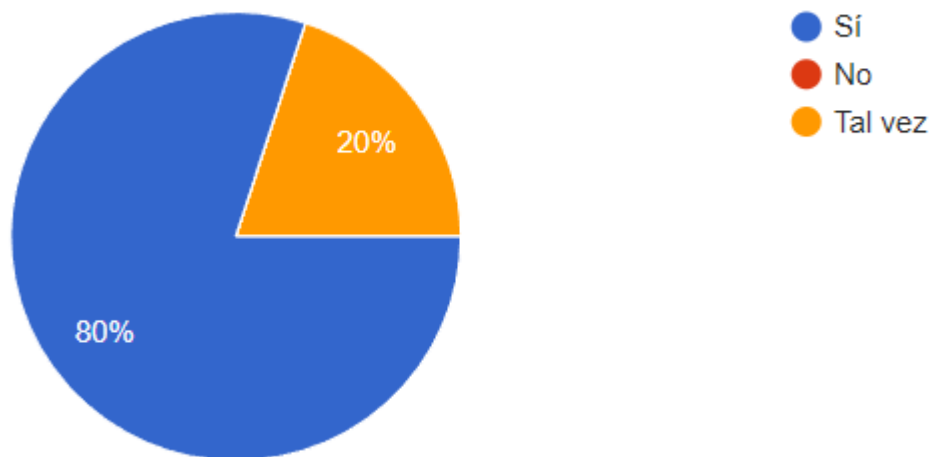
- Justificación, R/1. Por sus cadenas de bloques.
- Justificación, R/2. Por la manera en que el blockchain encripta la información.
- Justificación, R/3. Se justifica con base en la respuesta dada al ítem # 1.
- Justificación, R/4. Aunque venga codificada se puede perder un cifrado de la información con la llave correcta.
- Justificación, R/5. Creo que según el contrato que se haga por esta tecnología puede tener seguridad y asimismo un riesgo, todo depende del fin del contrato inteligente.

### Pregunta 3

¿Considera que la tecnología Blockchain mejora procesos de contratación inteligente?

### Respuestas de pregunta 3

Figura 13. Respuesta de cuestionario a expertos. Pregunta 3.



Fuente: Elaboración propia

### Justificación de las respuestas anteriores

Justificación, R/1. A través de su rastreo en los movimientos tecnológicos que se realizan.

Justificación, R/2. Porque la información puede ser editada en un bloque y éste a la vez, modifica los anteriores.

Justificación, R/3. Se justifica con base en la respuesta dada al ítem # 1.

Justificación, R/4. Esto es usado mucho en las casas de apuestas, sin embargo, en contratación directa no le veo el beneficio.

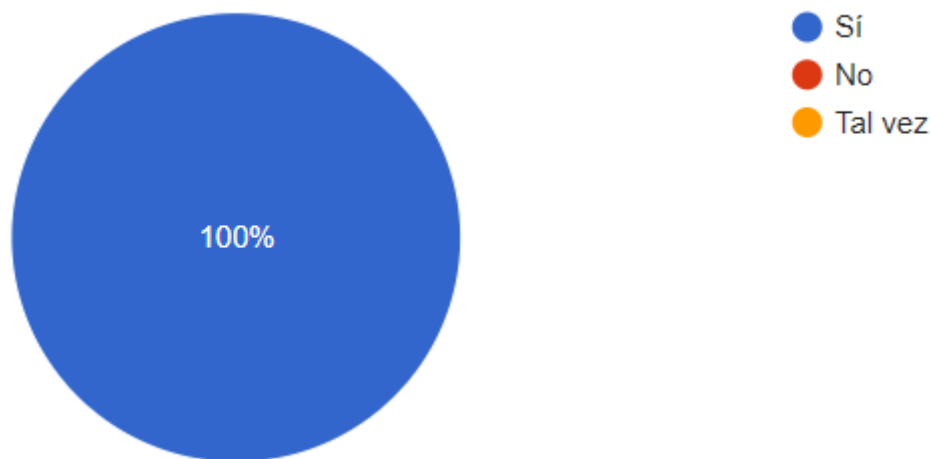
Justificación, R/5. Porque agilizaría muchos trámites según el fin del contrato.

## Pregunta 4

¿Considera que la tecnología Blockchain puede facilitar los procesos de contratación en las organizaciones?

## Respuestas de pregunta 4

Figura 14..Respuesta de cuestionario a expertos. Pregunta 4.



Fuente: Elaboración propia

## Justificación de las respuestas anteriores

Justificación, R/1. Mayor agilidad en los procesos y eliminación del papel.

Justificación, R/2. Es una nueva tecnología que innova y moderniza los procesos. Brinda seguridad. Es una información que se encuentra de manera distribuida.

Justificación, R/3. Se justifica con base en la respuesta dada al ítem # 1.

Justificación, R/4. Elimina terceros

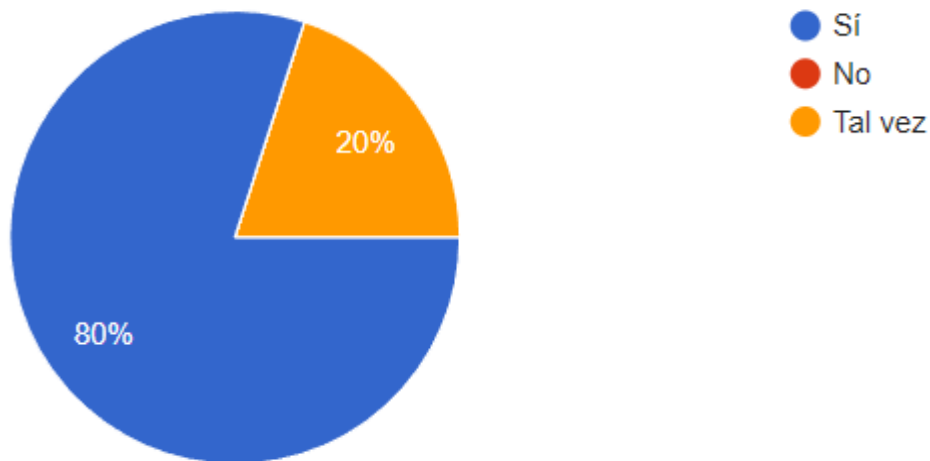
Justificación, R/5. Dado que ahorraría recursos como tiempo y dinero.

## Pregunta 5

¿Considera que la descentralización de la información mejora los procesos en las organizaciones?

### Respuestas de pregunta 5

Figura 15. Respuesta de cuestionario a expertos. Pregunta5.



Fuente: Elaboración propia

### Justificación de las respuestas anteriores

Justificación, R/1. Por qué es más liviano el tratamiento de los datos y su eficiencia en la toma de decisiones.

Justificación, R/2. Los procesos de flujos de información funcionan mejor por bloque o módulos.

Justificación, R/3. Se puede llegar a garantizar más eficiencia y transparencia en los mismos, entre otros aspectos como mitigar la burocracia, sobrecostos innecesarios, reducción en los tiempos de espera y de respuestas, etc.



Justificación, R/4. No en todos los casos es bueno que la información no esté centralizada, por ejemplo, centrales de riesgo y otros.

Justificación, R/5. Porque se optimizarían muchas áreas de una empresa dado que no habría intermediarios.

## **Pregunta 6**

¿Qué factores considera que deben tenerse en cuenta para diseñar un instrumento con la tecnología Blockchain?

### **Respuestas de pregunta 6**

R/1. Todos los factores que sean necesarios, de acuerdo con el nicho en el que se vaya a aplicar la tecnología.

R/2. La seguridad informática.

R/3. - Conocimiento de la tecnología

- Aspectos internos y externos de las organizaciones

- Stakeholders (Ejemplo, Inversionistas)

- Sensibilización en el uso de la tecnología

- Consideraciones presupuestales para la creación de la utilidad tecnológica soportada en Blockchain.

R/4. Buen entendimiento de este.

R/5. El objetivo más importante del contrato inteligente es la seguridad.

De las respuestas obtenidas en la primera ronda, donde se cuestiona a los expertos de la tecnología, se presenta una serie de palabras claves que permitieron y facilitaron la identificación de las funciones, entre las palabras claves se encuentra: Procesos seguros y eficientes, confiabilidad, encriptación de información, entre otras; son reiterativas en varias respuestas obtenidas por los expertos. Adicionalmente, en una de las respuestas obtenidas se pregunta si ellos consideran que la tecnología es segura el 60% afirma que sí, y un 40% indica que tal vez, dicha respuesta confirma lo expuesto en el desarrollo del planteamiento

inicial donde se resaltan las bondades de la tecnología, se puede decir que en el conjunto de todas las respuestas obtenidas en la primera ronda, hubo acercamiento al consenso.

### **3.1.2 Identificación de funciones de la tecnología Blockchain**

Las funciones de la tecnología Blockchain se encuentran encaminadas en articular procesos que conlleve diferentes tareas relacionadas con una o varias áreas, esto puede ser por medio de un proceso descentralizado y a su vez incorruptible; como lo menciona Song (2021), la tecnología Blockchain reduce el riesgo en los diferentes procesos de contratación en las organizaciones; de este modo las soluciones en los diferentes procesos en las organizaciones son en tiempo real, sin riesgo de plagio, o contratiempos de validaciones, todo esto obedece a los contratos inteligentes que permiten programar las transacciones.

A continuación, se presenta como resultado las funciones principales de la tecnología Blockchain, se mencionan los más cercanos a el tema de investigación, los resultados son obtenidos del análisis bibliométrico realizado en la base de datos Scopus.

- Manejo de procesos de verificación de varios pasos para la emisión de certificaciones en universidades.
- Una arquitectura segura de atestación de títulos y verificación de trazabilidad para la comisión de educación superior.
- La tecnología blockchain mejora la educación superior sostenible.
- Un Esquema de optimización para el Sistema de Gestión de Reclutamiento de Docentes Universitarios Basado en Blockchain y Reconocimiento de Texto.
- La conexión de una Blockchain con registro de asistencia de estudiantes basado en cámaras de seguridad.
- Sistema de exámenes, expedientes académicos y certificados mediante blockchain.
- Aplicación descentralizada para la Gestión de Elecciones de Rectores Universitarios.
- Un sistema de verificación basado en blockchain para certificados académicos.

- Investigación sobre plataforma en la nube para compartir libros universitarios basada en blockchain.
- Minería de Hotspots (punto caliente) de investigación y análisis de tendencias de Blockchain.
- Acreditación descentralizada de logros educativos utilizando Blockchain.
- Un sistema de aprendizaje de idiomas en línea basado en Blockchain.
- Protección del rendimiento de los estudiantes basada en la tecnología Blockchain.
- Intercambio de recursos de educación universitaria basado en Blockchain.
- Marco de Crédito de Actividad Estudiantil.

De lo anterior, se resaltan diferentes funciones de contratos inteligentes en el marco de la tecnología Blockchain, después de una revisión bibliométrica por la base de datos Scopus, teniendo en cuenta los resultados, se resaltan las funciones más relevantes considerando el tema de interés, los artículos publicados por los autores refleja que el tema es considerablemente de interés para el sector académico y empresarial, identificando los beneficios encontrados en las funciones lo cual posibilita la articulación entre las diferentes áreas de las organizaciones.

### **3.1.3 Identificación de mecanismos implementados en empresas con contratación blockchain**

De los hallazgos y consideraciones anteriores relacionadas con las funciones de la tecnología Blockchain se presenta la tabla 2 con los diferentes mecanismos y áreas de aplicación.

Tabla 7. Mecanismos de la tecnología Blockchain.

| MECANISMO  | ÁREA DE APLICACIÓN Y FUENTE DE INFORMACIÓN   |
|--|--|
| Sistema de transferencia de créditos Erasmus universal, descentralizado e inmutable en blockchain  | Innovaciones en sistemas y aplicaciones inteligentes   |
| Plataforma de votación segura y personalizable basada en blockchain  | Comunicaciones en Informática y Ciencias de la Información   |
| Smart Contracts vía blockchain como herramienta de innovación para el desarrollo de las pymes  | Reducción costes e innovación de productos y servicios<br>Ikonomicheski Izsledvania (revistas científicas)                 |
| Serie de Actas de la Conferencia Internacional ACM   | Registros para obtención de actas o certificados en línea.<br>Serie de Actas de la Conferencia Internacional ACM           |
| Blockchain e ingeniería de paz y su relación con la educación en ingeniería  | Educación en Ingeniería 2018 - Consejo Global de Decanos de Ingeniería   |
| Marco blockchain para la movilidad inteligente   | Ciudades Inteligentes IEEE   |
| Limpieza de datos para minería de procesos con contrato inteligente  | Ciencias e Ingeniería Informática  |
| Un estudio sobre el indicador de rendimiento del sistema de gestión de información de carrera de estudiantes universitarios utilizando tecnología de cadena de bloques | Adopción e implementación de proyectos en el Estado Colombiano.<br>Revista internacional de ciencia y tecnología avanzadas |

|  |  |
|--|--|
| Diseño e implementación de una plataforma de comercio de energía basada en blockchain para vehículos eléctricos en estacionamientos de campus inteligentes | Energías   |
| Aumento del Autoconsumo Fotovoltaico: Una Aproximación con Teoría de Juegos y Blockchain   | Sistemas computacionales.<br>Apuntes de cátedra del Instituto de Ciencias de la Computación, Informática Social e Ingeniería de Telecomunicaciones, LNICST |
| Investigación de los requisitos para construir un sistema de registro de logros basado en blockchain   | Serie de Actas de la Conferencia Internacional ACM   |
| Sistema de Gestión de la Informatización Docente de la Educación Superior  | Actas - 2020 3ra Conferencia Internacional sobre Smart BlockChain, SmartBlock  |

Fuente: Elaboración propia con datos de (Scopus, 2021)

### **3.2 Caracterización de los procesos de contratación en las Instituciones de Educación Superior de la ciudad de Medellín, a través del análisis de casos y entrevistas con expertos.**

#### **3.2.1 Exploración de los sistemas de contratación inteligente**

Se presenta la exploración de los resultados obtenidos por la encuesta realizada a los departamentos de contratación de las IES de Medellín, el cual se realizó por medio de un cuestionario estableciendo las preguntas acordes al objetivo número 2 desarrollado, apoyados mediante el método Delphi el cual orienta que debe ser resuelto por expertos. El cuestionario fue enviado por medio digital con instrucciones que orientaron las preguntas, dichas preguntas fueron seleccionadas acorde a las respuestas obtenidas por los expertos y en análisis bibliométrico del objetivo número 1, la encuesta se realizó con el fin de conocer los principales métodos o procesos en las áreas de contratación de las IES, de Medellín.

A continuación, se expone el cuestionario con las preguntas en el mismo orden en el cual fueron presentadas con sus respectivas respuestas por los departamentos de contratación las IES.

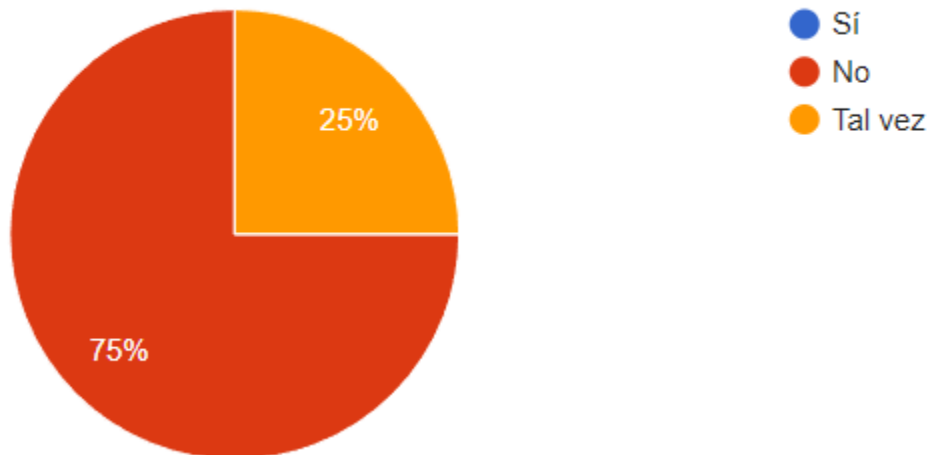
## Pregunta 1

¿Conoce la tecnología blockchain?

### Respuestas de pregunta 1

R/1.

Figura 16. Respuesta cuestionario a departamentos de contratación las IES. Pregunta 1.



Fuente: Elaboración propia

De las cuatro entidades que respondieron la encuesta, tres de las respuestas, que equivale aún 75% dicen no conocer la tecnología blockchain, solo una entidad de las cuatro que equivale al 25% dice tal vez conocerla, esto refleja que las IES de Medellín no maneja contratación inteligente con esta tecnología, de este modo se refleja la importancia de trabajar articuladamente para realizar proyectos donde se apropie esta tecnología y se coloque al servicio de las IES de Medellín.

## Pregunta 2

¿Considera que la implementación de un software inteligente ayude a mejorar el proceso de contratación?

### Respuestas de pregunta 2

R/1. Si

R/2. Si, porque ayudase a facilitar procesos

R/3. Si

R/4. Si

De la pregunta número dos, donde se pregunta la importancia de implantar un software inteligente las cuatro respuestas que equivalen aún 100% dicen estar de acuerdo con la implantación de nuevas tecnologías para ayudar los procesos de contratación, el buen manejo de las tecnologías y personal capacitados para dicho manejo ayuda a optimizar recursos valiosos en los entornos empresariales, de este modo las IES deben enfocar esfuerzos conjuntos para mejorar dichos procesos en los departamentos de contratación.

## Pregunta 3

¿Cuál es el tiempo aproximado de un proceso de contratación general?

### Respuestas de pregunta 3

R/1. 15 días

R/2. De 12 a 20 días aproximadamente

R/3. 2 semanas

R/4. 10 días

La pregunta tres, en la cual se valida el tiempo aproximado que tarda un proceso de contratación, se obtienen varias respuestas, la respuesta número 1 indica 15 días, la respuesta 2 indica de 12 a 20 días, la respuesta número 3 indica que 2 semanas, se puede decir que es equivalente a 14 días y la respuesta número 4 indica 10 días, si buscamos un

promedio en las respuestas se puede establecer que, un proceso de contratación en general, puede tomar en tiempo unos 14 días aproximadamente, teniendo en cuenta que cada proceso es diferente y se maneja variedad en los perfiles de contratación; es importante el tiempo obtenido, para indicar que con la implantación de un software inteligente se puede reducir el tiempo.

## **Pregunta 4**

¿Por cuántas etapas aproximadamente pasa un proceso de contratación?

### **Respuestas de pregunta 4**

R/1. 3

R/2. 3 o 4

R/3. 3

R/4. 3

La pregunta número cuatro en la cual se pregunta por las etapas de un proceso de contratación, se obtiene como respuesta que son 3 etapas, en la cual cada proceso tiene un momento diferente y cada momento relacionado con validaciones que conlleve a validar los documentos que se van presentando en cada etapa; como resultado se evidencia que con un software inteligente estos procesos puede disminuir la cantidad de etapas, dado que todo el proceso puede estar articulado a la medida que se presente los documentos requeridos para dicha validación, e consecuencia, se agilizan los procesos y mejoran los resultados en los departamentos de contratación.

## **Pregunta 5**

¿Se hace validación de títulos o certificados (en caso de requerirlo)?

### **Respuestas de pregunta 5**

R/1. Si

R/2. Si

R/3. Si

R/4. Si



Las respuestas de la pregunta número cinco, donde se pregunta si se hace validación de títulos en caso de ser requerido, las cuatro respuestas dicen si, estas respuestas coinciden y reafirman la importancia de que los certificados que se suban se validen en línea para obtener información en tiempo real. Las respuestas también reflejan lo pertinente de implementar nuevas tecnologías que ayuden a mejorar los procesos en las diferentes etapas de contratación dado que la validación de cada certificado pasaría de hacerlo manual por una persona a que lo realice el software que se implemente para dicho proceso, adicionalmente la contratación en la actualidad es cuestionada en sus diferentes procesos y su forma de hacerlo, pero con un sistema inteligente brindaría varios parámetros de seguridad respaldando las etapas de contratación.

### **Pregunta 6**

¿Cuántas hojas de papel aproximadamente se utilizan en un proceso de contratación?

### **Respuestas de pregunta 6**

R/1. 0

R/2. De pende, se pueden utilizar de 10 a 20

R/3. 10

R/4. 20

La pregunta seis en la cual se valida la cantidad de hojas que se utilizan en un proceso de contratación se obtiene la respuesta número 1 dice que 0, la respuesta 2 dice que, de 10 a 20 hojas, en un promedio se puede decir que unas 15 hojas, la respuesta 3 dice 10 y la respuesta 4 dice que 20 hojas, en un promedio se puede decir que un proceso puede llegar a utilizar unas 11 hojas aproximadamente. La cantidad de papel que se reduce con la implementación de un software inteligente ayudaría a mejorar el impacto al medio ambiente por dicho material, adicionalmente se evitaría un gasto que se destina para la compra de este, adicionalmente, se mejora un proceso, en el cual se evita traspapelar documentos; estas diferentes características en torno a las respuestas mencionadas reafirman lo pertinente que sería la implementación de un nuevo modelo de contratación en las IES.

### 3.2.2 Clasificación y comparación de criterios, selección de elementos de contratación blockchain y manual de prácticas de contratación en las IES

Tabla 8. Caracterizaciones manuales de contratación de las IES de Medellín.

| ARACTERIZACIÓN MANUALES DE CONTRATACIÓN DE LAS IES DE MEDELLÍN |  |  |   |  |
|--|--|--|---|--|
| CRITERIOS  | INSTITUTO TECNOLÓGICO METROLOPITANO ITM  | TECNOLÓGICO DE ANTIOQUIA   | POLITÉCNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID  | INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA   |
| <b>RESOLUCIÓN</b>  | 000616 - 11 JULIO 2014   | 000546 - 09 JULIO 2014   | 019 - DEL2012   | 336 - 13 MARZO 2014  |
| <b>CONSIDERACIÓN</b>   | Que la institución cuente con una herramienta útil y practica para adelantar diferentes procesos contractuales que requiera la institución.  | Que la institución adoptó un manual de contratación, acorde con la normatividad vigente.   | Que el manual detalla las causales utilizadas en la institución.  | La institución debe orientar los procesos de selección, celebración y ejecución de los contratos estatales a los postulados del artículo 209 de la constitución política, (I.U. Colegio Mayor de Antioquia 2014).  |
| <b>RESUELVE</b>  | Actualizar manual de contratación.   | Adoptar para la institución el manual de contratación.   | Manual para cada modalidad de contratación.   | Adoptar para la institución el manual de contratación.   |
| <b>OBJETIVO</b>  | El manual dispone las reglas que rigen la contratación administrativa en la institución, para garantizar los niveles de eficiencia y eficacia.<br><br>El manual de contratación establece la forma como opera la gestión contractual en la | El manual fija los estándares generales y directrices para ejecutar las acciones desarrolladas en cada una de las etapas en la celebración de los contratos que se requieren en la institución, para el logro de metas y objetivos | El manual de contratación fija los lineamientos para que la institución alcance una sana selección para garantizar los mejores estándares en las diferentes áreas, (Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid 2015). | El manual de contratación brinda los lineamientos generales y directrices para ejecutar todas las acciones que se desarrollan en las diferentes etapas para la selección objetiva del contratista y la celebración de los contratos que requiere la institución, |

|                |  |  |   |  |
|----------------|--|--|---|--|
|                | <p>entidad visibilizando el sistema de compras.<br/>Es un documento de gestión estratégica, ya que su propósito principal es servir de apoyo al cumplimiento del objetivo misional de la entidad.</p>  | <p>fijados en el plan de acción de cada vigencia, acorde con el plan de desarrollo,(Manual de contratación TdeA 2014).</p>   |   | <p>para el logro de metas y objetivos fijados en el plan de acción de cada vigencia, acorde con el plan de desarrollo, (I.U. Colegio Mayor de Antioquia 2014).</p>   |
| <b>ALCANCE</b> | <p>El manual de contratación aplica a todos los procesos de selección de contratistas en sus diversas modalidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- licitación pública</li> <li>- selección abreviada</li> <li>- concurso de méritos</li> <li>- contratación directa</li> <li>- mínima cuantía en las etapas precontractual, contractual y postcontractual según él, (Manual de contratación ITM 2014).</li> </ul> | <p>Para la adquisición de bienes, servicios y obra pública, la institución universitaria deberá seleccionar a los contratistas, previo el agotamiento de las siguientes modalidades de selección:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- licitación pública</li> <li>- selección abreviada</li> <li>- concurso de méritos</li> <li>- contratación directa</li> <li>- mínima cuantía</li> <li>- precontractual</li> <li>- contractual</li> <li>- postcontractual o de liquidación de contrato.</li> </ul> | <p>Aplica para las dependencias que demanden bienes, servicios y obra pública necesarios para el cumplimiento misional de la institución.<br/>Se da inicio con la etapa precontractual, en la cual se deben realizar estudios y documentos previos, identificando entre otros elementos, la necesidad de los bienes y/o servicios requeridos.</p> | <p>Para la adquisición de bienes, servicios y obra pública, la institución universitaria seleccionaría a los contratistas, previo el agotamiento de las siguientes categorías de selección:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- licitación pública</li> <li>- selección abreviada</li> <li>- concurso de méritos</li> <li>- contratación directa</li> <li>- mínima cuantía</li> <li>- precontractual</li> <li>- contractual</li> <li>- postcontractual o de liquidación de contrato, (I.U. Colegio Mayor de Antioquia 2014).</li> </ul> |
|                | <p>El manual de contratación de la institución tendrá en cuenta todas las disposiciones legales</p>  | <p>La institución cuenta con los lineamientos legales para su disposición y aplicabilidad del manual</p>   | <p>La institución cuenta con los lineamientos legales para su disposición y aplicabilidad del</p>   | <p>La institución cuenta con los lineamientos legales para su disposición y aplicabilidad del</p>  |

|   |   |   |   |  |
|---|---|---|---|--|
| <p><b>MARCO NORMATIVO</b></p>                     | <p>aplicables al proceso de contratación:<br/>         * constitución política de Colombia<br/>         * código civil<br/>         * código del comercio<br/>         * ley 80 de 1993 por la cual se expide el estatuto general de contratación de la administración pública.</p> | <p>en el proceso de contratación.</p>   | <p>manual en el proceso de contratación.</p>  | <p>manual en el proceso de contratación.</p>   |
| <p><b>ADMINISTRACIÓN Y GESTIÓN DOCUMENTAL</b></p> | <p>Recibir y responder observaciones informes de verificación de requisitos en todo el proceso de administración tal y como se encuentra establecido en el manual.</p>  | <p>La institución se enmarca en el concepto de archivo total, comprendiendo procesos tales como la producción, recepción, consulta, organización recuperación y disposición final de los documentos de la institución, y aplicación de las tasas de tablas de rendición documental.</p> | <p>El proceso de gestión normativa y legal aplicaría a cabalidad todos los procesos de orden transversal que incluyen el proceso de gestión documental, cuyos lineamientos se encuentran definidos en el sistema integrado de gestión, como un proceso de apoyo cuyo objetivo es gestionar el recibo, entrega de correspondencia, administración, custodia y consulta de documentos, asesoría y capacitación acerca de archivo bajo criterios de calidad y oportunidad.</p> | <p>La institución se enmarca dentro del concepto de archivo total, comprendiendo procesos tales como la producción, recepción, consulta, organización recuperación y disposición final de los documentos de la institución, y aplicación de las tasas de tablas de rendición documental.</p> |

Fuente: Elaboración propia con datos de los contratos de las IES de Medellín.

De acuerdo con la exploración que se realizó en los manuales de contratación de las IES, no se evidencia un sistema de contratación inteligente o relacionado con tecnología blockchain, esto conlleva a que la contratación se hace de manera tradicional, utilizando papelería y medio electrónico como correo para intercambiar documentos, estos procesos muestran una posible mejora si se implementa un sistema de contratación inteligente. La caracterización de estos manuales se realizó validando sus atributos direccionados al alcance de dichos manuales y permitió identificar los elementos con mayor relevancia.

### **3.2.3 Elementos relacionados con mayor relevancia**

- La pertinencia de un modelo de contratación inteligente con tecnología Blockchain en las IES, utilizando tecnologías disruptivas para el fortalecimiento de las instituciones.
- Brindar mecanismos que garantice la participación de los diferentes actores en los procesos de contratación de las instituciones.
- Garantizar que los estudiantes gocen de un sistema de gestión inteligente con respuestas inmediatas en el cual se beneficien los procesos, y no se obstaculice las actividades y requerimientos que se necesite con inmediatas.
- Que se valide de inmediato los procesos de contratación con el personal docentes, administrativo y los certificados se articulen con los diferentes actores.
- Estos resultados han reflejado que en la actualidad no poseen contratos inteligentes, evidencian la falta de implementación y digitalización en los procesos de contratación en las instituciones, adicionalmente la vinculación de tecnología Blockchain brinda las garantías para que los procesos de contratación sean más transparentes y ágiles, beneficiando a todo su personal y comunidad en general.

### **3.3 Análisis de los elementos claves de la tecnología Blockchain en procesos de contratación para seleccionar el diseño del modelo de gestión tecnológica digital, con la metodología propositiva y soportado con elementos exploratorios.**

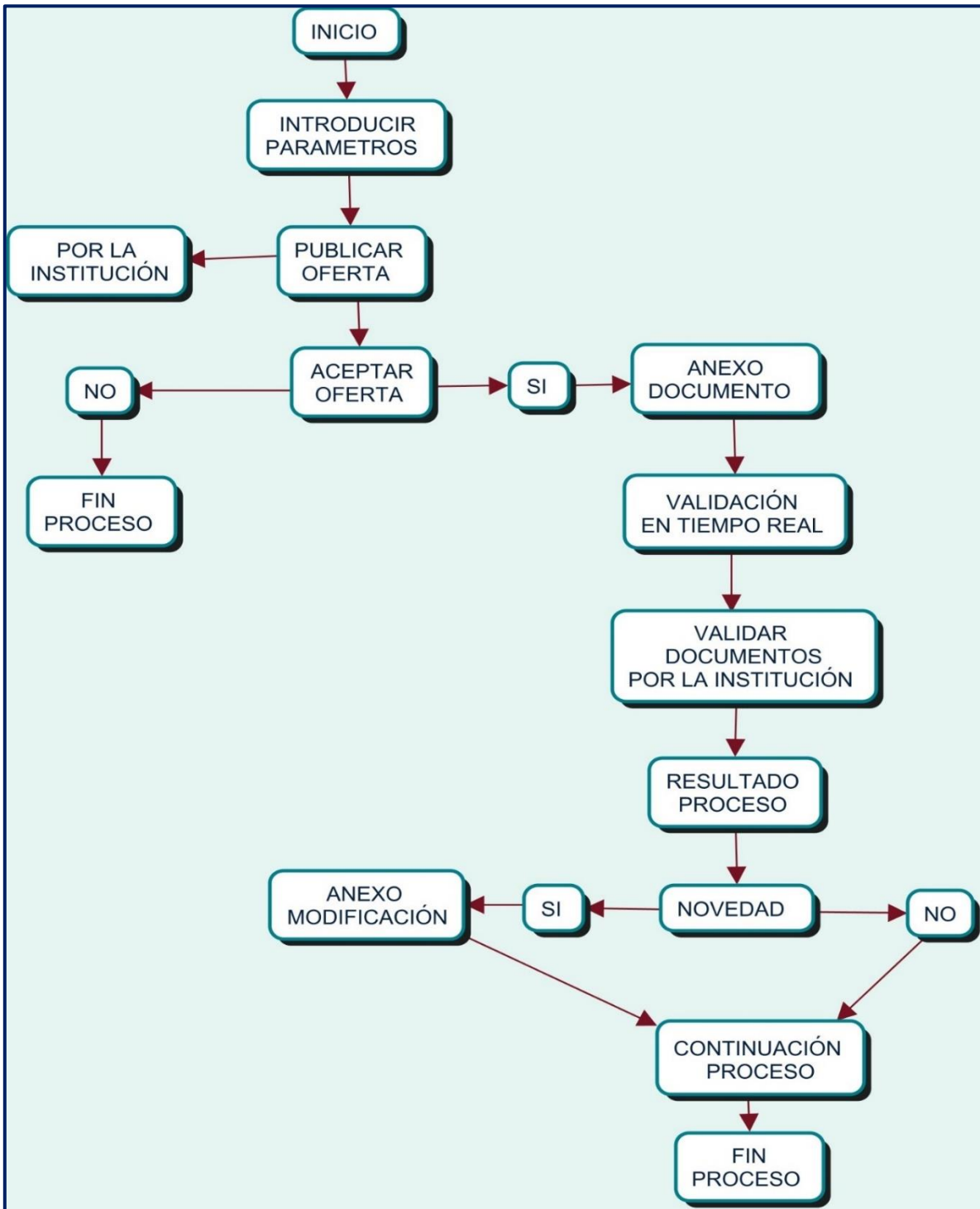
#### **3.3.1 Análisis de elementos como requisitos para el modelo**

En los resultados expuestos que se hacen en los departamentos de contratación en las IES, se concluye que es importante implementar nuevos sistemas tecnológicos para ayudar a mejorar dichos procesos, a continuación, se presentan elementos importantes como requisitos para estructurar el mejor modelo, dichos elementos fueron seleccionados del análisis bibliométrico, las respuestas del cuestionario número 1 por expertos de la tecnología, la validación de los manuales de contratación y las respuestas por parte del área de contratación de las IES. Los elementos elaborados resaltan diferentes características de la tecnología Blockchain, los diferentes elementos que se encuentran de la tecnología Blockchain como resultado en los procesos de contratación son:

Una primera etapa en la cual se incluye un inicio, una descripción de parámetros con la publicación de la oferta, como segunda etapa es si la oferta se acepta, se procede con el cargue de los documentos, la validación en tiempo real de los documentos, se puede afirmar que, la validación en tiempo real es uno de los elementos encontrados con más relevancia, dado que coincide con las características de la tecnología Blockchain, adicionalmente, la introducción de parámetros, tiempo de validación por parte de la institución, el ingreso de las novedades y finalización del procesos. Los elementos encontrados reflejan las bondades de la tecnología y los resultados respaldan el objetivo de implementar un modelo de contratación inteligente.

En la siguiente figura se muestra un diagrama de flujo para un proceso de contratación, incluyendo elementos en las diferentes etapas.

Figura 17. Diagrama de flujo proceso de contratación.



Fuente: elaboración propia

### **3.3.2 Estructura de los procesos tecnológicos para contratos inteligentes**

Según Kazman (2001) define la arquitectura como el resultado de decisiones tempranas de diseño, necesarias antes de la construcción del sistema. Es por ello que la estructuración de los procesos tecnológicos para la contratación inteligente que a continuación se presentan por medio de una arquitectura son importantes en esta etapa, dado que los elementos que la conforman son la base para su elaboración, los elementos fueron seleccionados mediante el análisis al diagrama, los elementos le brindan la solidez a la arquitectura propuesta. A continuación, se presentan los elementos de la arquitectura.

*Inicio de solicitud.* En este elemento las IES, crean la solicitud con la información que lleva la oferta, es decir, las características del perfil.

*Creación del contrato.* Se articulan las condiciones legales o el perfil que lleva cada contrato desde la oferta de la vacante, hasta sus condiciones jurídicas, subir o cargar los documentos requeridos.

*La solicitud llega a las áreas correspondientes.* La información es validada por las personas o áreas que estén relacionadas con el proceso de contratación, teniendo en cuenta, si hay novedades validadas en tiempo real por la institución y el candidato, sin necesidad de enviar correo o llamada.

*Las diferentes áreas aprueban el contrato.* Una vez el proceso se encuentre sano, es decir, que ya no hay modificaciones o cargue de documentos adicionales, las diferentes áreas aprueban la etapa que corresponde a cada una de ellas.

*Procesos de contratación.* Se valida que, tanto la institución como el candidato no tengan pendientes y se dé el proceso de contrato.

*El contrato se ejecuta.* El contrato se ejecuta y queda en la nube, es decir, que después de ejecutado y se encuentre en la nube ya no podrá ser modificado.

A continuación, se presenta la arquitectura para el diseño del modelo propuesto.



Figura 18. Arquitectura diseño del modelo propuesto.



Fuente: *Elaboración propia*

Las condiciones para la elaboración del modelo que se propone a continuación se obtuvieron por los elementos como requisito para la contratación, por medio del análisis bibliométrico, las respuestas obtenidas por parte de los expertos de la tecnología, las áreas en los departamentos de contratación y la revisión de los manuales de las IES. Teniendo en cuenta las diferentes respuestas se otorga importancia equitativa a cada una de las diferentes aristas; lo que quiere decir, que todas las respuestas en las diferentes áreas tienen el mismo peso en porcentaje, dado al nivel de importancia de estas.

Condiciones para la elaboración de un modelo de contratación inteligente incluyendo los principales parámetros

- Acceso a la información en todo momento
- Agilidad en obtener la información
- Después de finalizar un proceso o etapa no se puede hacer ninguna modificación
- Descentralización de la información

### **3.4 Verificación del modelo frente a la población de interés a través de análisis y elementos incorporados.**

#### **3.4.1 Modelo de contratación inteligente para las IES de Medellín con tecnología Blockchain**

Teniendo en cuenta nuestra pregunta de investigación donde se planteaba la conveniencia de elaborar un modelo de contratación inteligente para las IES de Medellín, se comparte el modelo propuesto para la contratación en las IES de Medellín con tecnología blockchain, partiendo de la selección de cada elemento que lo conforman.

*Acceso a la información*; si bien se sabe que la información es un activo valioso en las organizaciones y de ello depende para la toma de decisiones, se eligió este elemento dado el interés que se encontró en el análisis bibliométrico, donde las empresas manifiestan que el acceso a la información abre caminos y mejora los procesos, adicionalmente el acceso a la información democratiza los procesos, teniendo la comunidad de interés informada y permitiendo la participación al instante de todos.

*Proceso inmodificable;* este elemento fue seleccionado dado que, a partir del análisis de exploración de los sistemas de contratación y su respectiva clasificación, se observó que la información se puede modificar, es en este caso donde una de las bondades de la tecnología Blockchain, es, una vez creado el contrato no podrá modificarse, y de ser necesario, se debe crear un nuevo contrato, por lo tanto, no permite modificación alguna siempre y cuando este en la red. Por tal motivo el elemento de inmodificable es indispensable para el modelo creado.

*Información al instante;* este elemento fue considerado importante para el modelo por: Primero, en el análisis bibliométrico que se realizó varias organizaciones que tienen relación con la tecnología Blockchain manifiestan que, esta tecnología brinda información al instante y ello es importante para la toma de decisiones y facilita la agilidad de la organización. Segundo, en la determinación de los elementos de mayor relevancia se observa que en un proceso de contratación en la actualidad aún se transcribe la información y ello conlleva a que los procesos tarden en publicar la información del proceso.

*Descentralización de la información;* la información que se almacena o se centraliza en una sola fuente puede llevar a una alteración de la misma, daño o manipulación, estas implicaciones se encontraron en los resultados del análisis bibliométrico, es por ello que fue seleccionado el elemento de la descentralización, dado que la información en el desarrollo de la tecnología Blockchain queda disponible para todos los implicados, es decir, en un procesos de contratación los implicados serían, el que contrata y el contratado.

En la siguiente figura se observa el diseño del modelo como resultado de la investigación.

Figura 19. Modelo resultado de la investigación.



Fuente: Elaboración propia.

El modelo de gestión tecnológica digital para el proceso de contratación inteligente en las IES de Medellín cuenta con aspectos de alta relevancia a considerar, un aspecto es que el modelo tiene el componente de innovador dada la mezcla de diferentes procesos, métodos y acciones tecnologías que permitieron dicha creación, otro aspecto a tener en cuenta es el aporte a la academia y la industria, dadas sus bondades permitiendo que el modelo se pueda replicar en diversos escenarios.

### 3.4.2 Diseño de encuestas para la verificación de expertos de los elementos seleccionados

A continuación, se presenta el diseño de las preguntas y las respuestas obtenidas para dar cumplimiento al objetivo en la verificación de los elementos seleccionados y relacionados en la creación del modelo, para ello se realizó validación con los cinco expertos que

respondieron el cuestionario del objetivo número 1, las preguntas se centraban en que conocimiento tenían los expertos en tecnología Blockchain, el procedimiento de elaboración de las preguntas se realizó teniendo en cuenta los hallazgos obtenidos y resaltando la arquitectura propuesta para el modelo. Las respuestas de los expertos aportaron significativamente a las conclusiones presentadas.

## **Pregunta 1**

¿Considera usted, que los elementos que conforman el modelo son adecuados para el objetivo de la investigación?

### **Respuestas de pregunta 1**

R/1. Si, los elementos del modelo reflejan una sólida estructura de la tecnología.

R/2. Los elementos que lo conforman sostienen una coherencia con el objetivo, resalto dos de los elementos, la descentralización y que es inmodificable. Los otros dos elementos se pueden ver en un contrato inteligente sin blockchain.

R/.3 Si.

R/.4 Considero que es novedoso y responde al objetivo.

R/5. La extracción de los elementos de la arquitectura al modelo refleja una cohesión, es de gran aporte y responde al objetivo planteado.

## **Pregunta 2**

¿Tomaría este modelo como fortalecimiento para su proceso de contratación en la organización donde labora?

### **Respuestas de pregunta 2**

R/1. Si, las nuevas tecnologías cuyo propósito sea, seguridad, agilidad o tendencia a mejorar el medio ambiente, tienen gran aceptación para poner a prueba.

R/2. Si, si las contrataciones son enfocadas a los contratos inteligentes.

R/3. Desde la teoría o un desarrollo en software lo implementaría, esta tecnología es garante de seguridad y agilidad en sus códigos.

R/4. Si, todo lo que implique interacción entre dos personas o compañías será basado en criptografía, y ello será las decisiones de las empresas para permanecer en los mercados.

R/5. La inteligencia artificial, el desarrollo de cripto, la contratación inteligente y blockchain son la revolución para el mundo, y un modelo desarrollado con estas tecnologías sería de gran ayuda para nuestro país.

### **Pregunta 3**

Este modelo responde a la pregunta "¿Cuál sería el impacto al diseñar un modelo de gestión tecnológico digital para la contratación inteligente en las instituciones de educación superior de la ciudad de Medellín?"

### **Respuestas de pregunta 3**

R/1. Si, según la pregunta el modelo responde.

R/2. Si responde, considerando que el impacto sería de gran utilidad e importancia para todo el sector académico. Sin desconocer que se puede aplicar en cualquier industria u organización.

R/3. Si.

R/4. La relación entre la pregunta y el modelo responde por los elementos incorporados.

R/5. Responde por sencilla razón que es novedoso por sus elementos y los elementos responden a las necesidades globales de la actualidad.

### **Pregunta 4**

¿Considera que el modelo que se presenta como resultado, es de interés para la contratación inteligente en las IES de Medellín?

### **Respuestas de pregunta 4**

R/1. No sólo para las Instituciones de educación superior, también se puede llevar al sector privado, puede que allí pase a una posible ejecución.

R/2. Si, completamente.

R/3. Es de interés para las Instituciones y comunidad en general.

R/4. El modelo puede ser de mucho interés para las instituciones y Medellín siendo capital de tecnología buscar como articular el proyecto de investigación en un plano con más alcance departamental o nacional.

R/5. Si, considero que puede ser de mucho interés para las IES, donde se desarrolla la investigación y puede hacer una transferencia de tecnologías con las demás universidades a nivel nacional.

## **Pregunta 5**

¿Considera que el modelo propuesto es claro para un posible desarrollo e implantación?

## **Respuestas de pregunta 5**

R/1. Si es claro, el desafío es desarrollar la tecnología en Colombia.

R/2. Si es claro, pero también puede ser costoso.

R/3. Es claro

R/4. El modelo en su desarrollo teórico cumple con los lineamientos y plasma una coherencia en sus etapas de elaboración, pero sería prudente validar un posible desarrollo con laboratorios de otras entidades por medio de alianzas estratégicas.

R/5. Es claro el modelo para su desarrollo e implementación.

De las respuestas obtenidas por los expertos, se valida que las respuestas coinciden con los elementos que conforman el modelo. En la respuesta número dos, se resalta donde uno de los expertos enfatiza la viabilidad por el enfoque de seguridad, agilidad y con impacto ambiental. En la respuesta número tres, los expertos coinciden en que el modelo si

responde la pregunta de investigación y el experto número dos manifiesta que se puede aplicar en otra industria u organización. En las respuestas de la pregunta número cuatro, nuevamente se presenta una recomendación de unos de los expertos manifestando que el modelo es de interés para las IES, pero que no descarte en llevarlo al sector privado. En la quinta respuesta los expertos coinciden en que el modelo se puede desarrollar para una posible ejecución, pero hay preocupación porque se manifiesta que el desarrollo puede ser costoso.

#### **4. CAPITULO IV. Discusión**

El modelo de contratación inteligente presentado para la contratación en las IES de Medellín cumple con las condiciones que fueron planteadas inicialmente, dado que responde a facilitar los procesos de contratación en las Instituciones de Educación Superior de Medellín, es por ello que se coincide con Sierra y Ávila (2020), donde manifiesta que la implementación de nuevas tecnologías, como el Blockchain, podrían generar mejoras en los procesos contractuales, teniendo en cuenta los resultados obtenidos por los cuestionarios realizados a los departamentos de contratación de las IES de Medellín en las cuales se realizaron las encuestas, ya que reemplaza los sistemas actuales tradicionales por nuevos sistemas que puedan agilizar los procesos. No obstante, es importante resaltar que se requieren más recursos para poder investigar y descubrir las diferentes bondades de las nuevas tecnologías y aplicarlas en las organizaciones para mejorar los diferentes procesos.

De este modo, los elementos del modelo presentado cumplen con las necesidades que el mundo requiere en la actualidad, dado que el acceso a la información permite que la sociedad esté más informada y democratiza los procesos, en este sentido, se garantiza que las diferentes convocatorias tengan mayor eco y puedan llegar a muchas más personas u organizaciones interesadas en el tema. Adicionalmente, el modelo contempla un aporte significativo a la reducción de consumo de papel y por ende genera un impacto positivo directamente al medio ambiente, dado que todo el proceso de contratación inteligente se lleva de una forma o manera digital, este aporte es significativo en la actualidad con el cambio climático y responsable con sus acciones.



Por medio del desarrollo de los objetivos del trabajo, se encuentran hallazgos valiosos para las instituciones de educación superior de Medellín, uno de ellos es la importancia de ser líder con esta tecnología, dado a las bondades que posee haciendo colaboración entre ellas, segunda, es el alcance que puede tener, si bien se ha estudiado para las IES se puede aplicar en el sector empresarial y tercero, el impacto que puede generar en la región para toda la sociedad.

En modelo coincide con el planteamiento que hace (Perozo y Nava, 2015), donde se indica que la optimización de los modelos de gestión tecnológica digital se sustenta en el momento en que se percibe la transformación de la información análoga a digital, en cuanto los elementos físicos de las organizaciones se tornan a la virtualidad como plataforma de desempeño, generando un cambio en el metabolismo empresarial.

## **5. CAPITULO V. Conclusiones**

### **5.1 Conclusiones**

Como conclusión del análisis bibliométrico, donde se evidencia la cantidad de documentos por año, publicaciones por autor, cantidad de publicaciones por universidades y países que más investigan y publican sobre la tecnología, se concluye que, la apuesta de las IES de Medellín deben estar orientadas en investigar nuevas tecnologías, que puedan mejorar los procesos al interior de las instituciones y diferentes organizaciones, y por ende, esto aportaría cantidad de material para ser publicado en diferentes medios como bases de datos internacionales para aportar material de importancia y ser más competitivos. También se concluye, que la encuesta donde se le pregunta a los expertos por la tecnología Blockchain, se coincide notablemente con los objetivos planteados y respaldan la importancia de implementación de nuevas tecnologías en los procesos de contratación.

Con respecto a la identificación de funciones de la tecnología, se concluye que el manejo de los procesos de verificación de funciones brinda un aporte significativo al modelo propuesto, dado a la diversidad de contratos que manejan las instituciones de educación superior de Medellín, así mismo, los mecanismos que fueron identificados garantizan el

procedimiento del desarrollo de la tecnología en los procesos en las organizaciones, y es por ello que las operaciones de aplicación en sus diferentes áreas respaldan el modelo propuesto dado sus variables que lo conforman, y por ende en la recirculación de las preguntas que se utilizaron para los expertos donde se logra consenso, aportó gran insumo para la elaboración del modelo.

Además, en los resultados de clasificación y comparación de criterios, se concluye que, los elementos encontrados en los manuales de las IES requieren ser actualizados, y que, esa actualización corresponda a las necesidades tecnológicas, orientadas a optimizar los procesos de contratación, aportando al medio ambiente en la reducción de consumo de papel, y garantizar el proceso. En este sentido tener tecnologías de punta relacionadas con el día a día de la sociedad, hace que los mecanismos de contratación sean más democráticos y ágiles, dado que todas estas herramientas digitales y tecnológicas garantizan la sostenibilidad económica de la nación.

Como conclusión de la arquitectura que se estructuró para el modelo creado, se resalta el diagrama de flujo que se elaboró con la más alta clasificación de los elementos que lo componen, y es importante mencionarlo dado que la metodología que se utilizó, arrojó los resultados y elementos que llevaron a dicha elaboración; el método Delphi permitió que la recirculación de las respuestas de los expertos brindaran mayor información para hacer una adecuada identificación y obtener buenos hallazgos, lo cual permitió el consenso por parte de los expertos, adicionalmente, una parte de los elementos que conforman la arquitectura fue considerada desde las respuestas obtenidas de las encuestas que se realizaron a los departamentos de contratación de las IES de Medellín, donde se coincide en que dichos departamentos requieren nuevas tecnologías que ayuden los procesos de contratación, también es importante implementar estas nuevas tecnologías para alinear y articular los diferentes procesos en las IES.

El modelo creado para las instituciones de educación superior de Medellín es una herramienta innovadora que brinda dinamismo en los procesos de contratación, es un modelo esencial para la oferta y demanda de bienes y servicios garantizando transparencia,

seguridad, compromiso ambiental e información al instante, para beneficio de los administrativos, docentes, estudiantes y comunidad en general. Así mismo, el modelo propone una iniciativa de un cambio de contratación fundamental para la toma de decisiones, puede generar nuevas formas o maneras de direccionamiento estratégico para aumentar la efectividad en los sistemas o procesos de contratación, apoyados con las nuevas tecnologías.

El modelo de gestión tecnológica digital propuesto en este trabajo de grado ofrece una solución disruptiva y pertinente para mejorar los procesos de contratación en las instituciones de educación superior de Medellín. La implementación de nuevas tecnologías, para este caso, como la Blockchain, en procesos de contratación pública tiene el potencial de generar beneficios significativos en términos de eficiencia, transparencia, democratización en el acceso tecnológico, compromiso ambiental, entre otras ventajas relevantes como, por ejemplo, la trazabilidad y la reducción de intermediarios. El modelo propuesto ofrece una iniciativa de cambio fundamental en los procesos de contratación, lo cual puede generar nuevas formas de direccionamiento estratégico y aumentar la efectividad en los sistemas de contratación. El apoyo de nuevas tecnologías es crucial para lograr estos avances.

La tecnología Blockchain ha sido respaldada por los expertos como una herramienta de gran importancia en los procesos de contratación. Sus características de inmutabilidad, trazabilidad y seguridad entre otras cualidades brindan confianza en las transacciones y contribuyen a la prevención de fraudes. Por lo tanto, su implementación en el modelo propuesto puede ser altamente beneficiosa.

En conjunto, estas conclusiones subrayan la importancia de la investigación y la implementación de tecnologías en el ámbito de la contratación en las instituciones de educación superior de Medellín. El modelo propuesto ofrece una solución integral que impulsa la eficiencia, la transparencia y la sostenibilidad en los procesos de contratación, posicionando a estas instituciones en la vanguardia de la gestión tecnológica digital.

## **5.2 Recomendaciones**

Se recomienda a las IES de la ciudad de Medellín identificar los productos de estudios similares a este, donde dicha investigación no solo tenga un aporte a la generación de conocimiento, si no también donde se pretenda hacer un desarrollo tecnológico, por lo cual, las nuevas tecnologías son el futuro y tienen la posibilidad y facilidad de cambiar los procesos para beneficio de las instituciones y la industria en general.

La descentralización de los procesos en el entorno educativo facilita la transparencia, aumenta la calidad en los procesos internos y externos, agiliza los tramites y promueve mejores prácticas hacia el medio ambiente, la interacción con la tecnología es amigable y promueve una mejor interacción de las personas con los software, de este modo la competitividad a nivel departamental y nacional tendrá un plus en los entornos académicos y empresariales, así, que los procesos tecnológicos de contratación inteligente sean más eficientes y seguros. Se deben asegurar programas que promuevan e investiguen las nuevas tecnologías más afondo y convertirlos en productos comerciales para ser más competitivos.

De esta manera se recomienda a las instituciones promover por medio de espacios académicos facilitar herramientas que permitan el desarrollo de medios tecnológicos con tecnología Blockchain para los contratos inteligentes. En virtud de lo anterior se hace necesario expedir un decreto por parte de las instituciones donde adecue los lineamientos necesarios para garantizar a los estudiantes, docentes y egresados el desarrollo de nuevas tecnologías, por medio de la investigación y ejecución de estas.

## Referencias

- Abeyratne, S. A., & Monfared, R. P. (2016). Blockchain ready manufacturing supply chain using distributed ledger. *IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology*, 1–10. <http://ijret.esatjournals.org>
- Alba, A., Avellaneda, A., & Vallejo, I. (2022). Blockchain como herramienta en la gestión del sector público-finanzas.
- Álvarez, L. (2018). Análisis de la tecnología blockchain, su entorno y su impacto en modelos de negocios.
- Arndt, T. y Guercio, A. (2020). Transcripciones basadas en blockchain para educación superior móvil. *Revista Internacional de Tecnología de la Información y la Educación*, 10, 84-89.
- Australian Government – Department of Industry, S. and R. (2018). Australian start-up AgriDigital embraces Blockchain to make agricultural supply chains simple. <https://www.industry.gov.au/>
- Bacerna, A. (2019). “La inversión en investigación está por debajo de 0,5% del PIB en la región”: Alicia Bárcena
- Becerra, L. A., Forero, J. E., & Hernández-Santamaría, P. O. (2017). La educación superior en Colombia: situación actual y análisis de eficiencia. *Desarrollo y Sociedad*, 59-111. <http://www.scielo.org.co/pdf/dys/n78/n78a03.pdf>.
- Cadavid, J. A. (2010). La criptografía y la protección a la información digital. *Revista La Propiedad Inmaterial*, 59-90. Tomado de: <https://n9.cl/4k6qw>
- CAF Banco de desarrollo de américa latina. (2020). Blockchain e integridad: aplicaciones de política pública (pp. 1–15).

Castellanos Domínguez, O. F. (2003). Gestión en tecnología: Aproximación conceptual y perspectivas de desarrollo.

Castillo, M. B., & Giraldo, A. M. (2010). los retos de la educación superior en Colombia: una reflexión sobre el fenómeno de la deserción universitaria. *Educación en ingeniería*, 85-98.

CEDICE FUTURO. (2021). Manual de blockchain - Cadena de bloques y tecnología. Herramienta para la transparencia y el fortalecimiento institucional para sector público, privado y sociedad civil.

Cordero, M. (2019). Blockchain en el sector público, una perspectiva internacional.

Dans, E. (2016). *La Revolución Blockchain*. Nueva York: Deusto. Tomado de: <https://n9.cl/1mzle>

Deloitte. University Press. (2017). *Blockchain: Economía de confianza*. Tomando el control de la identidad digital. 1–14.

Díaz, V. P. (2019). Regulación de los contratos inteligentes en Colombia. Obtenido de: <https://afly.co/f9n6>. Tomado de: <https://n9.cl/ecpiql>

Efanov, D., & Roschin, P. (2018). The all-pervasiveness of the Blockchain technology. *Procedia Computer Science*, 123, 116–121.

Fourie, I. (2001). ¿Debemos tomarnos en serio la desintermediación? *Anales de documentación*, 4, 267-282. Tomado de: <https://n9.cl/vrdnd>

García, J., Gómez, C., Jiménez, C., & Castellanos, J. (2019). Boletín de análisis de indicadores de ciencia, tecnología e innovación No. 1, septiembre de 2019. la eficiencia de la innovación en Colombia frente al mundo: un análisis desde el global innovation index, 9

Global Innovation Index. (2022). *GII 2022 results - The GII reveals the most innovative economies in the world, ranking the innovation performance of 132 economies*.

Jiménez, D. L. (2020). Recesión Blockchain: aspectos tecnológicos, empresariales y legales. *Paakat: Revista de Tecnología y Sociedad*, 10(18), 1-7. Tomado de: <https://n9.cl/w01hv>

Jurado, J. M., & Ruiz, R. G. (2018). Blockchain y las criptomonedas el caso Bitcoin. *Oikonomics: Revista de economía, empresa y sociedad*, N/A (10), 58-73. Tomado de: <https://n9.cl/nvnyy>

Kazman, B. C. (2001). *Software Architecture in Practice*. Tomado de: <https://n9.cl/hmeir>

Manual de contratación del Instituto Tecnológico Metropolitano, 1 (2014).

Manual de Contratación Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, 1 (2014).

Manual de contratación Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, 1.

Martínez, G. R., & Agudelo, A. F. (2020). Los contratos inteligentes de trabajo o “smart labour contracts” en el ordenamiento jurídico colombiano aplicación, alcance e incidencia en el trabajador migrante. *reserchgate*, 1-24. Tomado de: <https://n9.cl/ef1n3>

Mercedes Reguant Álvarez, M. T. (15 de 02 de 2016). Obtenido de [https://scholar.google.es/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=es&user=3tx6\\_1EAAAAJ&citation\\_for\\_view=3tx6\\_1EAAAAJ:P5F9QuxV20EC](https://scholar.google.es/citations?view_op=view_citation&hl=es&user=3tx6_1EAAAAJ&citation_for_view=3tx6_1EAAAAJ:P5F9QuxV20EC).

Minciencias. (2021). Obtenido de: <https://afly.co/f9j6>. Tomado de: <https://minciencias.gov.co/>

MIT Technology Review. (2018). Dentro del campo de refugiados de Jordania que funciona con Blockchain Revisión de tecnología del MIT. <https://www.technologyreview.com/2018/04/12/143410/inside-the-jordan-refugee-camp-that-runs-on-Blockchain/>

moe - Misión de Observación Electoral. (2021). Contratación directa, excepción ¿o regla en Colombia?

Noriega, N. N. (2019). Contratos inteligentes, contratos electrónicos. Disrupción en el mundo jurídico argentino. *Revista de Derechos Reales y Registral*, 1-10. Tomado de: <https://n9.cl/4gps62>

Oh, J., & Shong, I. (2017). A case study on business model innovations using Blockchain: focusing on financial institutions. *Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 11(3), 335–344.

Pabón Cadavid, J. A. (2010). La criptografía y la protección a la información digital. *Revista La Propiedad Inmaterial*, 59-90. Tomado de: <https://n9.cl/4k6qw>

Perozo, E., & Nava, Á. (2015). El impacto de la gestión tecnológica en el contexto empresarial. *Revista Venezolana de Ciencias Sociales*, 9(2), 488-504. Obtenido de: <https://afly.co/f9l6>

Ramírez, D., Jaimes, M., Carrillo, G., & Vargas, A. (25 de 2011). Gestión tecnológica: conceptos y casos de aplicación. 10. Bucaramanga. Tomado de: <https://n9.cl/faekm>

Ramírez, u. P. (2019). Contratos inteligentes. *RITI journal*, 7(14), 1-10. <https://doi.org/10.36825/RITI.07.14.001>

Sánchez, P. C., Tejada, P. d., & Leceta, A. M. (2018). Blockchain en salud ¿quimera o realidad? *Revista de la Sociedad Española de Informática y Salud*, 128, 5-75. Tomado de: <https://n9.cl/pwp6i>

Scopus. (2021). [https://www-scopus-com.itm.elogim.com:2443/term/analyzer.uri?sid=3d0cc315f3d4a80e8ad8450447b0a303&origin=resultslst&src=s&s=TITLE-ABS-KEY%28%28higher\\*+AND+education\\*+AND+smart\\*+AND+contracts\\*+AND+blockchain%29%29&sort=plf-f&sdt=b&sot=b&sl=80&count=19&ana](https://www-scopus-com.itm.elogim.com:2443/term/analyzer.uri?sid=3d0cc315f3d4a80e8ad8450447b0a303&origin=resultslst&src=s&s=TITLE-ABS-KEY%28%28higher*+AND+education*+AND+smart*+AND+contracts*+AND+blockchain%29%29&sort=plf-f&sdt=b&sot=b&sl=80&count=19&ana). Tomado de: <https://n9.cl/gng8y>

Sierra, J. J., & Ávila, Y. C. (2020). Aplicabilidad de la inteligencia artificial y la tecnología blockchain en el derecho contractual privado. *revista de derecho privado*, 119-142. Tomado de: <https://n9.cl/i0pfd>

Song, D., Ma, J. , & Wang, Y. (2021). Scopus. Tomado de: <https://scopus.bibliotecaitm.elogim.com/sourceid/11600154611?origin=resultslst>

Superintendencia de Industria y Comercio. (2018a). Blockchain: La revolución de la confianza digital.



Superintendencia de Industria y Comercio. (2018b). Blockchain: La revolución de la confianza digital. <https://www.sic.gov.co/boletines-tecnologicos/Blockchain-la-revolucion-de-la-confianza-digital>

UNESCO. (2018). Banco Mundial. Recuperado el 2021, de: <https://afly.co/f9m6>. Tomado de: <https://n9.cl/b0omr>

Vega, M. (2019). El auge de Blockchain y sus posibilidades reales de aplicación en los registros de las administraciones públicas. *Universidad Oberta de Catalunya*, 28, 109–126. <https://tse.bitnation.co/>

Viriyasitavat, W., & Hoonsopon, D. (2019). Blockchain characteristics and consensus in modern business processes. *Journal of Industrial Information Integration*, 13, 32–39.

Zhao, J. L., Fan, S., & Yan, J. (2016). Overview of business innovations and research opportunities in Blockchain and introduction to the special issue. In *Financial Innovation* (Vol. 2, Issue 1, pp. 1–7). SpringerOpen.

## Anexo

| Tipo de producto de Propiedad Intelectual | Categoría de producto Minciencias   | Anexar |
|---|---|--------|
| Derecho de Autor                          | <b>Generación de Nuevo Conocimiento</b><br>Artículos Indexados  |        |
|   | <b>Apropiación social del conocimiento</b><br>Artículos divulgación   |        |
|   | <b>Generación de Nuevo Conocimiento</b><br>Libros o Capítulos de libro de investigación   |        |
|   | <b>Apropiación social del conocimiento</b><br>libro de divulgación  |        |
|   | <b>Apropiación social del conocimiento</b><br>Ponencias Nacionales o Internacionales  |        |
| Nuevas creaciones y software              | <b>Generación de Nuevo Conocimiento</b><br>Patente  |        |
|   | <b>Resultados de actividades de investigación, desarrollo e innovación</b><br>Registro de Productos   |        |
| Derecho de Autor                          | <b>Resultados de actividades de investigación, desarrollo e innovación</b><br>Registro (Software, videos, multimedias, etc)<br>Generación de empresas |        |
|   | <b>Apropiación social del conocimiento</b><br>Premios nacionales o internacionales primer puesto  |        |
|   | <b>Resultados de actividades de investigación, desarrollo e innovación</b><br>Regulaciones o normas   |        |