

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE GUAYANA

VICERECTORADO ACADÉMICO

COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO

MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN

**AUTOMATIZACIÓN DE LOS PROCESOS ACADÉMICOS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN EN LA UNEG**

**Autor: Hernán Javier Rivas Arias**

Tutor: Dra. Milagros Cova

Ciudad Guayana, agosto de 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE GUAYANA

VICERECTORADO ACADÉMICO

COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO

MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN

**AUTOMATIZACIÓN DE LOS PROCESOS ACADÉMICOS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN EN LA UNEG**

Trabajo presentado como requisito parcial para optar al título de Magíster en

Tecnologías de la Información y la Comunicación

**Autor: Hernán Javier Rivas Arias**

**C.I. V-8.033.311**

Tutor: Dra. Milagros Cova

C.I. V-4.616.030

Ciudad Guayana, agosto de 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE GUAYANA

VICERECTORADO ACADÉMICO

COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO

COORDINACIÓN DE POSTGRADOS EN CIENCIAS DE LA INFORMÁTICA

PROGRAMA MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN

**APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi carácter de tutor del Trabajo de Grado intitulado **“AUTOMATIZACIÓN DE LOS PROCESOS ACADÉMICOS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN EN LA UNEG”** del estudiante **HERNÁN RIVAS,** titular de la cédula de identidad **v-08.033.311**, como aspirante al título de Magíster en Tecnología de la Información, considero que dicho trabajo reúne los requisitos para ser sometido a la evaluación por parte del Comité Técnico que se designe.

En la ciudad de Puerto Ordaz, a los 24 días del mes de septiembre de 2024.

FIRMA

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Dra. Milagros Cova

C.I. 4.616.030

Telf.- 0424-9706759

# DEDICATORIA

**A mi querida madre.**

# AGRADECIMIENTOS

A la ilustre Universidad Experimental de Guayana, a mis tutores y a todos los familiares y amigos que me brindaron apoyo para llegar hasta aquí.

Porque… “Todo lo puedo en Cristo que me fortalece." Filipenses 4:13

**TABLA DE CONTENIDO**

DEDICATORIA iv

AGRADECIMIENTOS v

RESUMEN x

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO I 3

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 3

1.1. Formulación del problema objeto de investigación 5

1.2. Objetivos de la Investigación 6

1.2.1. Objetivo General 6

1.2.2. Objetivos Específicos 6

1.3. Justificación 6

1.4. Alcance y Delimitación 8

CAPÍTULO II 10

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL 10

2.1. Investigaciones Previas 10

2.2. Bases Teóricas 14

2.2.1. Gestión de virtualización y la automatización de procesos 14

2.2.2. Los procesos académicos en la educación universitaria 17

2.2.3. La tecnología Blockchain, conceptos clave y principios 18

2.2.4. Desarrollo de la Blockchain y los tipos de redes 20

2.2.5. Aplicabilidad de la TBC en el campo académico 22

2.3. Operacionalización de variables y categorías 23

CAPÍTULO III 26

MARCO METODOLÓGICO 26

3.1. Enfoque metodológico 26

3.2. Tipo de estudio y el diseño de investigación 26

3.3. Unidad de Análisis 28

3.4. Unidad de observación 29

3.5. Técnicas e instrumentos 30

3.6. Procedimientos 32

3.7. Análisis de los datos 33

CAPÍTULO IV 36

ANÁLISIS DE RESULTADOS 36

4.1. Aplicabilidad de la TBC en el campo académico 36

4.1.1. Referentes de aplicabilidad de la tecnología 36

4.1.2. Legalidad en la aplicabilidad de Blockchain. Un marco legal para las *cadenas de bloque* en Venezuela. 44

4.1.3. Costo asociado a la implementación de la TBC en el campo académico. 50

4.2. Caracterización de la automatización de procesos académicos bajo la gestión de virtualización en la UNEG 56

4.2.1. Identificación de procesos académicos admisibles para la automatización. 57

4.2.2. Automatización bajo la gestión de virtualización 60

4.3. Relación entre los elementos de la TBC y los procesos académicos de la UNEG. 62

4.3.1. Elementos de la TBC: 62

4.3.2. Beneficios que ofrece la TBC 64

4.3.3. Procesos académicos que pueden ser automatizados mediante la TBC 64

4.4. Lineamientos metodológicos para la automatización de procesos académicos por medio de la TBC en la UNEG 66

4.4.1. Metodología propuesta para la automatización de procesos académicos con Blockchain en la UNEG 70

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 76

Conclusiones 76

Recomendaciones finales 77

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 80

**LISTA DE CUADROS**

Cuadro 1: [Cambios comparativos en la evolución de la Blockchain 21](#_Toc177158688)

Cuadro 2: [Comparación entre redes públicas, privadas e híbridas 22](#_Toc177158689)

Cuadro 3: [Matriz de Codificación 25](#_Toc177158690)

Cuadro 4: [Documentos para el análisis con Atlas.ti de los Referentes para el primer objetivo. 37](#_Toc177158691)

Cuadro 5: [Lista de códigos definidos en Atlas.ti con sus descripciones asociativas. 38](#_Toc177158692)

Cuadro 6: [Matriz de códigos por citas incluyendo todos los documentos. 41](#_Toc177158693)

Cuadro 7: [Acercamiento a un marco legal para implantar blockchain en las universidades. 49](#_Toc177158694)

Cuadro 8: [Propuesta de un presupuesto de implementación para la TBC. 55](#_Toc177158695)

Cuadro 9: [Matriz de análisis de los proceso académicos bajo el enfoque organizacional 58](#_Toc177158696)

Cuadro 10: [Matriz de análisis de los procesos académicos bajo el enfoque tecnológico 59](#_Toc177158697)

Cuadro 11: [Matriz de análisis de los procesos académicos bajo el enfoque pedagógio 59](#_Toc177158698)

Cuadro 12: [Matríz de procesos académicos que pueden ser automatizados mediante la TBC y su correspondencia con los elementos fundamentales de dicha tecnología. 65](#_Toc177158699)

Cuadro 13: [Distribución de responsabilidades en la adopción de la TBC 74](#_Toc177158700)

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1: Diagrama de Atlas.ti: “Mostrar en la red” señalando los documentos que tienen en común el código “Aplicaciones reales” 40

Figura 2: Diagrama de Atlas.ti: “Mostrar análisis código-documento” con el documento D2. Se indican los códigos y el número de citas que tiene asociado D2 y se muestra también 2 citas vinculadas al código “Aplicaciones reales” que se ha seleccionado. 40

Figura 3: Distribución de códigos por importancia en base al total de incidencias obtenida del análisis documental. 42

Figura 4: Diagrama de actividad para determinar sí la Tecnología Blockchain es adecuada para implementar la automatización de un proceso académico. 68

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE GUAYANA

COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO

MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN

**AUTOMATIZACIÓN DE LOS PROCESOS ACADÉMICOS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN EN LA UNEG**

Autor: Hernán Rivas

Tutora: Dra. Milagros Cova

Fecha: agosto de 2024

# RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo analizar la aplicabilidad de la tecnología blockchain en la Universidad Nacional Experimental de Guayana (UNEG) para desarrollar una metodología adecuada para su implementación en la automatización de los procesos académicos. La investigación se fundamenta en la necesidad de la universidad de adaptarse a los nuevos desafíos y cambios en la educación actual, como la aparición de nuevas tecnologías y el rediseño curricular. La automatización de procesos se presenta como una solución viable para optimizar la gestión de la virtualización en la UNEG. En este sentido, la tecnología blockchain, con su potencial para mejorar la eficiencia, la eficacia y la accesibilidad de los procesos, se perfila como una herramienta de gran valor para la universidad.

La metodología de la investigación adopta un enfoque mixto, combinando elementos cualitativos y cuantitativos, comenzando con una orientación cualitativa documental y de caso de estudio con la UNEG, se sigue luego con el método hipotético-deductivo con un diseño no experimental, transeccional y descriptivo, donde la unidad de análisis son los procesos académicos. El estudio se divide en tres fases: En primer lugar, una revisión bibliográfica para analizar el estado actual de la tecnología blockchain y su aplicación en el ámbito educativo. En segundo término, la identificación de procesos académicos, para seleccionar aquellos procesos académicos susceptibles de ser automatizados con blockchain, como la gestión de registros estudiantiles, la emisión de diplomas y la verificación de credenciales. Por último, el desarrollo de la metodología con la cual se define la arquitectura del sistema blockchain, se establecen métricas de rendimiento, se crea un modelo teórico, y se elaboran recomendaciones y un plan de implementación.

La investigación concluye que la tecnología blockchain es viable para la automatización de procesos académicos en la UNEG. Se propone una metodología específica para su implementación, considerando las características de la universidad y las necesidades del contexto educativo actual.

**Descriptores**: Blockchain, automatización, procesos académicos, virtualización, metodología.

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE GUAYANA

COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO

MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN

**AUTOMATION OF ACADEMIC PROCESSES THROUGH**

**BLOCKCHAIN TECHNOLOGY AT UNEG**

Author: Hernán Rivas

Tutor: Dra. Milagros Cova

Date: agosto de 2024

**ABSTRACT**

This research aims to analyze the applicability of blockchain technology at National Experimental University of Guayana (UNEG) to develop a suitable methodology for its implementation in the automation of academic processes. The research is based on the university's need to adapt to new challenges and changes in current education, such as the emergence of new technologies and curricular redesign. Process automation is presented as a viable solution to optimize the management of virtualization at UNEG. In this sense, blockchain technology, with its potential to improve the efficiency, effectiveness, and accessibility of processes, is emerging as a valuable tool for the university.

The research methodology adopts a mixed approach, combining qualitative and quantitative elements. It begins with a qualitative documentary and case study orientation with UNEG, followed by the hypothetico-deductive method with a non-experimental, cross-sectional, and descriptive design, where the unit of analysis is academic processes. The study is divided into three phases: Firstly, a literature review to analyze the current state of blockchain technology and its application in the educational field. Secondly, the identification of academic processes, to select those academic processes that can be automated with blockchain, such as student record management, diploma issuance, and credential verification. Finally, the development of the methodology with which the architecture of the blockchain system is defined, performance metrics are established, a theoretical model is created, and recommendations and an implementation plan are developed.

The research concludes that blockchain technology is viable for the automation of academic processes at UNEG. A specific methodology is proposed for its implementation, considering the characteristics of the university and the needs of the current educational context.

**Keywords**: Blockchain, automation, academic processes, virtualization, methodology.

# INTRODUCCIÓN

La automatización de los procesos académicos[[1]](#footnote-2) es una tendencia creciente en el ámbito educativo. Esta tendencia se debe a varios factores, entre los que se encuentran la necesidad de mejorar la eficiencia y eficacia de los mismos, así como la creciente demanda de educación en línea y la disponibilidad de nuevas tecnologías.

Una de las tecnologías que ofrecen nuevas posibilidades para la automatización de procesos es la tecnología blockchain (en adelante, TBC). Esto se debe a que es descentralizada y permite registrar datos de manera segura y transparente. En orden a lo mencionado, el propósito de esta investigación es crear una metodología para la implantación de la TBC en la UNEG. Para ello, se analizará la automatización de los procesos académicos de la institución en el marco de la gestión de virtualización[[2]](#footnote-3) que realiza la universidad.

A tal fin, en esta investigación se asume el enfoque teórico mixto, combinando elementos cualitativos y cuantitativos, con un diseño secuencial, integrador, narrativo en lo cualitativo, mientras que, en lo cuantitativo el diseño es no experimental, transversal, descriptivo. Este enfoque permite analizar la automatización de los procesos académicos como un fenómeno complejo, en el que intervienen diferentes factores, y el diseño elegido implica describir la situación directamente desde la realidad, sin intervención o control de las variables por parte del investigador, en un solo momento.

Además, la estrategia definida en la investigación consiste en la revisión de la literatura sobre automatización de procesos académicos empleando la TBC, el análisis documental de los reglamentos institucionales y entrevistas informales con actores clave de la institución. Esto permite recopilar información de diferentes fuentes, lo que contribuye a obtener una visión integra del problema. De esta forma, el documento se estructura en los siguientes capítulos: Capítulo I: Planteamiento del Problema, Capítulo II: Marco Teórico Referencial, Capítulo III: Marco Metodológico, Capítulo IV: Análisis de Resultados y finalmente, Conclusiones y Recomendaciones.

# CAPÍTULO I

# PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La TBC es una de las mayores innovaciones del siglo XXI en el área financiera y de las criptomonedas. Sin embargo, su potencial está impactando diversos sectores de la sociedad, entre los que se encuentra la educación. Su contribución en permitir transacciones más rápidas y eficientes (sin la necesidad de intermediarios), con una mayor seguridad y transparencia, aumenta la confianza y reduce el fraude, admitiendo el desarrollo de nuevos productos y servicios financieros como las criptomonedas, los contratos inteligentes y las finanzas descentralizadas (DeFi), los cuales están siendo incorporados en empresas y organizaciones de todo tipo, incluyendo el sector educación y en particular las universidades.

En este contexto, la UNEG, que se caracteriza por mantener una constante actualización de sus procesos y una transformación digital educativa por medio de la virtualización, puede verse beneficiada al implementar la TBC, la cual puede ser utilizada en:

1. *Gestión de credenciales*: para almacenar y verificar credenciales educativas, como diplomas y certificados, de forma segura y transparente.
2. *Seguimiento del aprendizaje*: para registrar y rastrear el progreso del aprendizaje de los estudiantes, lo que puede ayudar a mejorar la evaluación y la retroalimentación.
3. *Micro credenciales*: para emitir credenciales menores (por ejemplo, unidades curriculares aprobadas), que son pequeñas unidades de aprendizaje que pueden ser verificadas y compartidas.
4. *Investigación y desarrollo*: para facilitar la colaboración entre investigadores y para compartir datos de investigación de forma segura.
5. *Financiamiento de la educación*: para desarrollar nuevos modelos de financiamiento de la educación, como las becas descentralizadas.

Estas aplicaciones señaladas, crean prospectivas sobre la aplicabilidad que puede darse a esta tecnología en la educación. Por ello, la investigación en su etapa de indagación preliminar, busca identificar aquellas causas que podrían limitar o impedir la implementación de la TBC en la UNEG, incluyendo entre estas:

1. Conocimiento limitado de la dicha tecnología por parte de los actores involucrados.
2. Falta de recursos financieros y técnicos para la implementación de la tecnología.
3. Regulación legal no adecuada para la implementación de esta tecnología.

Estas causas evidencian la necesidad de realizar una investigación que permita analizar la aplicabilidad[[3]](#footnote-4) de la TBC en la UNEG, así como desarrollar una metodología para su implementación. En tal sentido, la TBC ofrece una serie de ventajas que podrían contribuir significativamente a la automatización de los procesos académicos en la UNEG, entre las que se encuentran:

1. *Seguridad y transparencia*: La TBC permite registrar datos de manera segura y transparente, lo que podría contribuir a reducir los riesgos de fraude y corrupción.
2. *Eficiencia y eficacia*: La TBC podría ayudar a optimizar los procesos académicos, reduciendo el tiempo y los recursos necesarios para su ejecución.
3. *Accesibilidad*: La TBC podría facilitar el acceso a los registros académicos, lo que podría contribuir a mejorar la calidad de la educación.

Así, la falta de conocimiento, recursos y regulación legal podrían limitar la implementación de esta tecnología. Sin embargo, se considera que el conocimiento está al alcance de las universidades, por lo que realizar una investigación y analizar las implicaciones de la TBC en la educación, servirá de soporte para su implementación en la UNEG.

Finalmente, la indagación preliminar realizada evidenció la existencia de una problemática relacionada con la implementación de la TBC en la UNEG. Esta problemática se sustenta en las causas identificadas, así como en las ventajas que ofrece dicha tecnología para la automatización de los procesos académicos. Además, la investigación propuesta tiene carácter científico, porque permitió analizar la aplicabilidad de esta tecnología en la UNEG y desarrollar una metodología para su implementación.

## Formulación del problema objeto de investigación

Al formular el problema, la pregunta principal que viene a la mente es si *los procesos académicos en las instituciones educativas universitarias pueden ser automatizados mediante la TBC*. Ya se ha dicho que esta tecnología está irrumpiendo en la forma como las organizaciones operan, haciéndolas más eficientes, accesibles y seguras. Entonces, es lógico pensar que la universidad y las instituciones educativas en general, también puedan beneficiarse al asumir la incorporación de tecnologías como Blockchain para la mejora de sus funciones.

Los argumentos anteriores dejan ver la hipótesis de que la TBC puede ser adaptada para automatizar los procesos académicos en la UNEG, en contraposición a que no es una tecnología aplicable al sector educativo. Entonces, de la pregunta inicial, sobre el problema objeto de estudio, se desprenden otras preguntas más específicas a las cuales se dará respuesta en esta investigación. Estas son:

1. ¿Es aplicable la TBC en el campo educativo de las universidades?
2. ¿Cómo se describe la automatización de procesos académicos en la UNEG bajo la gestión de virtualización?
3. ¿En qué forma se corresponde la TBC con los procesos académicos en la UNEG?

## 1.2. Objetivos de la Investigación

### 1.2.1. Objetivo General

Analizar la automatización de los procesos académicos mediante la TBC en la UNEG.

### 1.2.2. Objetivos Específicos

1. Establecer la aplicabilidad de la TBC en el campo académico universitario.
2. Caracterizar la automatización de procesos académicos bajo la gestión de virtualización de la UNEG.
3. Relacionar los elementos de la TBC con los procesos académicos de la UNEG.

### 1.2.3. Objetivo transformador (como resultado esperado)

Generar los lineamientos metodológicos para la automatización de procesos académicos por medio de la TBC en la UNEG.

## Justificación

La presente investigación se enmarca en un contexto nacional e internacional caracterizado por la creciente adopción de tecnologías disruptivas y la necesidad de optimizar los procesos en diversos sectores. En particular, el ámbito educativo universitario se encuentra en constante evolución, demandando soluciones innovadoras y eficientes.

En Venezuela, la **normativa** legal vigente fomenta la investigación y el desarrollo tecnológico, como lo evidencian la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, el Plan de la Patria y la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación. Estos marcos legales, junto con la reciente incorporación de los criptoactivos y la creación de la Superintendencia de Criptoactivos, brindan un entorno propicio para explorar las aplicaciones de la TBC en el sector educativo.

Además de los aspectos legales, también se consideró otros marcos relevantes para el estudio:

1. *Marco Filosófico*: Fundamentada en valores como la honestidad, veracidad y la aplicación del método científico.
2. *Marco Epistemológico*: Un nuevo método para manejar transacciones y trámites en el campo educativo bajo un enfoque descentralizado y de total transparencia, el cual dejará sentadas las bases para continuar desarrollando la tecnología y sus posibles usos en otros contextos.
3. *Marco Paradigmático*: Ofrece una alternativa organizacional, sin intermediarios, expedita y verificable en cada uno de sus registros.
4. *Marco Pragmático*: En una tecnología confiable, que ya está en uso, demostrando que es aplicable en otras áreas distintas a las criptomonedas gracias a la incorporación de los activos criptográficos únicos NFT (*del inglés,* Token[[4]](#footnote-5) No Fungible), y los contratos inteligentes (*del* inglés, Smart Contracts). Además, quedará un precedente de gran valor documental y lineamientos en cuanto a la implementación de soluciones prácticas basadas en esta tecnología.

Así, la justificación de este estudio radica en su potencial para:

1. Alinear con la política nacional: Contribuir al cumplimiento de los objetivos nacionales en materia de investigación y desarrollo tecnológico.
2. Innovar en el sector educativo: Introducir una nueva herramienta para optimizar los procesos académicos y mejorar la eficiencia institucional.
3. Fomentar la transparencia y la seguridad: Garantizar la integridad de los registros académicos y fortalecer la confianza en los procesos institucionales.
4. Generar conocimiento: Ampliar el cuerpo de conocimiento sobre la aplicación de la TBC en el ámbito educativo.

En resumen, al adoptar un enfoque pragmático, se busca desarrollar una metodología que permita aprovechar las ventajas de esta tecnología y establecer un precedente para su implementación en las instituciones universitarias del país. Además, esta investigación se presenta como una oportunidad para abordar un desafío relevante en el contexto educativo de la UNEG, contribuyendo al desarrollo de soluciones innovadoras y sostenibles.

## 1.4. Alcance y Delimitación

El tema a estudiar es preciso y bien delineado, lo cual hace posible que pueda ser llevado a dimensiones prácticas y medibles, sin embargo, debe quedar claro el alcance y delimitaciones del estudio:

1. Teóricamente, está basado en una tecnología innovadora que se encuentra en evolución y de la que se espera seguir viendo avances, lo que implica cambios en el corto plazo.
2. Institucionalmente, el proyecto será desarrollado bajo la dirección de la Coordinación de Investigación y Postgrado de la UNEG, dentro del programa TMT y la asesoría de Inver-E-Group, Venezuela.
3. Como una delimitación temporal, esta investigación debe ajustar su culminación al período 2023 – 2024, para esta etapa del estudio.
4. En lo espacial, se plantea un alcance específico al recinto universitario de nuestra casa de estudio, la UNEG.
5. En cuanto a la población de estudio, el acceso podría estar restringido en cierta medida, por razones prácticas o de seguridad.
6. Con respecto al contenido, se trata de un problema complejo, con varias aristas de reflexión, pero que mantendrá el enfoque de la situación planteada en cuanto a la organización, lo académico y lo económico.
7. En relación a la obtención de recursos bibliográficos, la información obtenida en su mayoría proviene de artículos y documentos publicados en la Internet. Lo cual amplía el alcance del estudio, por cuanto que elimina restricciones de accesibilidad espacial o temporal de las obras.

# CAPÍTULO II

# MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

El presente capítulo tiene como objetivo establecer el marco teórico que sustentará la investigación. Para ello, se ha realizado una revisión sistemática de la literatura científica, a partir de la cual se han seleccionado como antecedente las investigaciones más relevantes. De cada uno de estos estudios se han extraído las principales conclusiones y hallazgos, analizando su contribución al conocimiento del tema de investigación. Asimismo, se presentan las bases teóricas que fundamentan el estudio, definiendo los conceptos clave y estableciendo las relaciones entre ellos. Finalmente, se procede a la codificación de las variables y sus categorías.

## 2.1. Investigaciones Previas

Actualmente se está viviendo una revolución tecnológica que avanza en todos los campos de la actividad humana, cambiando hábitos, costumbres, formas de producción, economía, educación e incluso la cultura (Castells, 2002). Se tiene, por tanto, una visión globalizada de un mundo real, interconectado y dinámico, que rompe paradigmas antiguos e impone modelos nuevos de progreso y desarrollo, sorprendentemente de muy rápida aceptación.

Sin duda, tales cambios han traído beneficios en muchas áreas como la salud, la ciencia y la educación, tal como lo indica Castells en su libro “La era de la información: Economía, sociedad y cultura”, al referirse sobre la educación destacando que las tecnologías digitales están transformando la forma en que se enseña y aprende, permitiendo a los estudiantes educarse de forma más personalizada y a los profesores preparar sus lecciones de forma más eficaz.

En tal sentido, las universidades son fuentes generadoras de tecnologías dado su rol de crear conocimientos y formar profesionales con la capacidad para innovar y transformar la sociedad. A continuación, se presenta el aporte de tres importantes obras que darán sustento al planteamiento del problema y el marco metodológico.

El primer trabajo revisado lleva por título “Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System”. Su autor: Satoshi Nakamoto[[5]](#footnote-6), publicado en el año 2008 con el objetivo de proponer un nuevo sistema de efectivo electrónico basado en una red punto a punto (entre iguales) sin intermediarios. Nakamoto analiza los problemas existentes en los sistemas de efectivo electrónico tradicionales y propone un nuevo sistema que los resuelve. La metodología utilizada en este trabajo es la investigación teórica que sienta las bases para el posterior desarrollo de la TBC.

Entre las conclusiones y hallazgos del sistema propuesto por Nakamoto se tienen:

1. Es un sistema de efectivo electrónico peer-to-peer[[6]](#footnote-7), lo que significa que los pagos se realizan directamente entre dos partes, sin necesidad de un intermediario.
2. Utiliza una tecnología para registrar las transacciones por medio de “Cadenas de Bloques”. Esta tecnología, conocida ahora como “Blockchain”, consiste en una base de datos distribuida que es segura, transparente e inmutable.
3. Resuelve los principales problemas existentes en los sistemas de efectivo electrónico tradicionales, como el fraude, el doble gasto y la censura.

Este trabajo es un hito en el desarrollo de la TBC. La propuesta de Nakamoto ha sido la base para el desarrollo de esta tecnología, permitiendo que se tengan otros proyectos basados en Cadenas de Bloques, incluyendo la creación del Bitcoin, Ethereum y otras criptomonedas. El aporte de esta obra para la tesis es fundamental, ya que, sin su invención no sería posible la automatización de procesos de forma segura sobre una infraestructura de red abierta y de libre acceso como lo es internet.

La siguiente obra que se consideró fue la de Tapscott & Tapscott (2017), que lleva por título: “La revolución Blockchain”. Descubre cómo esta nueva tecnología transformará la economía global”. En esta obra, Don y Alex Tapscott utilizan una metodología de investigación cualitativa. La obra se basa en una revisión de la literatura existente sobre la TBC, así como en entrevistas con expertos en la materia.

Los autores concluyen que la TBC tiene el potencial de transformar la economía global de diversas maneras. Señalan que la Blockchain podría:

1. Reducir los costos y aumentar la eficiencia en una amplia gama de industrias.
2. Mejorar la seguridad y la transparencia de las transacciones.
3. Crear nuevos mercados y oportunidades de negocio.

Los autores también señalan que la TBC plantea algunos desafíos, como la posible complejidad y la necesidad de una regulación adecuada. Sin embargo, creen que los beneficios potenciales de la Blockchain superan los desafíos. Entre los hallazgos específicos de la obra de los Tapscott se encuentran los siguientes:

1. La Blockchain podría revolucionar el sector financiero, al reducir los costos de las transacciones y mejorar la transparencia.
2. La Blockchain podría facilitar el comercio internacional, al reducir los costos de las transacciones y mejorar la seguridad.
3. La Blockchain podría crear nuevos mercados y oportunidades de negocio, como el mercado de los activos digitales y el mercado de la identidad digital.

La obra de los Tapscott es un análisis exhaustivo de la TBC y sus posibles implicaciones para la economía global. La obra es una lectura esencial para cualquiera que quiera comprender esta nueva tecnología y sus posibles implicaciones. Su importancia para esta tesis se debe a que presenta una visión general de las tendencias y aplicaciones futuras de esta tecnología en diferentes sectores, incluido el educativo.

El siguiente trabajo de investigación pertenece a, Hernández (2019), docente e investigadora de la Universidad Central de Venezuela (UCV), se titula “Aplicaciones de la Tecnología Blockchain en Educación Superior: Estado del arte”. Tiene por objeto analizar la información disponible sobre la aplicabilidad de la TBC en el sector educativo, así como su impacto en el desarrollo de los procesos de enseñanza y aprendizaje. La población bajo estudio es el material bibliográfico revisado y la metodología es de tipo documental para establecer una aproximación al estado del arte de las aplicaciones de la TBC en la educación superior venezolana.

Entre los hallazgos y conclusiones del trabajo, se ofrecen aportes a una reflexión sobre esta nueva tecnología y sus alcances, destacando entre otros, la posibilidad de:

1. Construcción y seguimiento de la ruta de aprendizaje personalizada para cada estudiante en un futuro próximo.
2. Mejorar el sistema educativo a nivel universitario, en torno al seguimiento del desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje.
3. Resolver el problema del plagio en las investigaciones, protegiéndose la autoría o propiedad intelectual y un mejor manejo del acceso a la información.

En resumen, se presenta un acercamiento al estado del arte de la aplicabilidad de la TBC en la educación superior, descubriendo los fundamentos de la tecnología en este sector y los aportes a la gestión educativa en el escenario de una sociedad digital del conocimiento y la información. Aspectos que se consideran de importancia para la presente investigación.

Esta breve, pero selectiva, revisión bibliográfica ha destacado el potencial e importancia de la TBC para la adecuación de la educación universitaria en el marco de las nuevas Tecnologías de la Comunicación e Información (TIC), y su uso como una plataforma segura que está siendo utilizada para automatizar procesos de cualquier tipo, incluidos los académicos, y preservar la información de manera confiable. A continuación, se presenta las bases teóricas que fundamentan el estudio.

## 2.2. Bases Teóricas

Para la educación universitaria los *procesos académicos* forman una de las estructuras[[7]](#footnote-8) fundamentales que permite a las instituciones alcanzar su misión de formar profesionales y generar conocimiento en pro del desarrollo social. Son importantes para garantizar la calidad de la educación, permiten la mejora continua y fomentan la innovación.

### 2.2.1. Gestión de virtualización y la automatización de procesos

La gestión de virtualización en educación es un proceso complejo que requiere de una planificación cuidadosa, una implementación eficiente y una evaluación continua. Si se implementa correctamente, la virtualización puede ofrecer una serie de beneficios para las universidades, los estudiantes y la sociedad en general. En consecuencia, la gestión de virtualización se refiere al conjunto de estrategias, procesos y tecnologías que se implementan para crear, administrar y ofrecer experiencias educativas a través de internet. Esto abarca una amplia gama de actividades, entre las que destacan:

1. *Diseño y desarrollo de cursos en línea*: Implica la creación de materiales didácticos digitales, como videos, textos interactivos, evaluaciones en línea y actividades colaborativas. Se deben considerar diferentes plataformas de aprendizaje virtual, como Moodle, Blackboard o Canva, para la gestión de los cursos.
2. *Implementación de tecnologías de aprendizaje*: Incluye la selección y uso de herramientas digitales para la comunicación, colaboración e interacción entre estudiantes y profesores. Se pueden utilizar plataformas como Zoom, Google Meet o Microsoft Teams para videoconferencias, foros virtuales, wikis y herramientas de trabajo en equipo.
3. *Administración de la infraestructura tecnológica*: Se refiere a la gestión del hardware, software y redes necesarias para el funcionamiento de la educación virtual. Es importante contar con servidores, almacenamiento en la nube, sistemas de seguridad y una red robusta para garantizar la accesibilidad y el buen funcionamiento de los cursos en línea.
4. *Soporte técnico y capacitación*: Brinda asistencia técnica a estudiantes y profesores en el uso de las plataformas y herramientas digitales. Ofrecer programas de capacitación para el desarrollo de competencias digitales en el ámbito educativo.
5. *Evaluación y seguimiento*: Implementar mecanismos para evaluar la calidad de los cursos en línea y el aprendizaje de los estudiantes. Monitorizar el uso de las plataformas y herramientas digitales para identificar áreas de mejora.

En este orden de ideas, la gestión de virtualización ofrece a la universidad un conjunto de beneficios, pero también platea algunos desafíos que deberán ser considerados por la institución:

Beneficios de la gestión de virtualización en las universidades:

1. *Flexibilidad y accesibilidad*: Permite que los estudiantes accedan a la educación desde cualquier lugar y en cualquier momento.
2. *Personalización del aprendizaje*: Ofrece a los estudiantes la posibilidad de aprender a su propio ritmo y de acuerdo a sus necesidades.
3. *Reducción de costos*: Puede ser una alternativa más económica que la educación presencial, especialmente para las universidades que tienen un alto número de estudiantes.
4. *Mejora de la calidad educativa*: Permite utilizar una variedad de recursos y herramientas digitales para crear experiencias de aprendizaje más interactivas y atractivas.

Desafíos de la gestión de virtualización en las universidades:

1. *Acceso a la tecnología*: No todos los estudiantes tienen acceso a internet y los equipos necesarios para tomar cursos en línea (o los profesores para dictarlos).
2. *Competencias digitales*: Tanto estudiantes como profesores necesitan desarrollar competencias digitales para desenvolverse en el entorno virtual.
3. *Calidad de los cursos*: Es importante garantizar que los cursos en línea sean de alta calidad y que brinden una experiencia de aprendizaje efectiva.
4. *Aislamiento social*: La educación virtual puede generar aislamiento social en los estudiantes si no se implementan estrategias para fomentar la interacción y la colaboración para promover la socialización.

De lo antes mencionado, esta investigación centrará su atención en descubrir el nivel de automatización de los procesos académicos de la UNEG bajo la gestión de virtualización, tomando en cuenta tres aspectos complementarios: el organizacional, el tecnológico y el pedagógico, como lo sugiere Luzbet Gómez, Félix R., & Laurencio Leyva, Amauris (2020) en sus conclusiones:

La virtualidad educativa se condiciona por las características propias de los sujetos que interactúan, los valores del entorno sociohistórico en que se desarrolla y las relaciones que surgen, la integración de las TIC, presentes en todas las etapas del proceso, así como por los elementos organizativos de cada institución docente. Por consiguiente, el estudio de estas alternativas de formación se debe concebir desde tres dimensiones: pedagógica, tecnológica y organizacional.

Así, la gestión de virtualización implica desarrollar estrategias de formación que combinan actividades como la enseñanza en línea y el uso de nuevas tecnologías para generar beneficios y desafíos en la educación, lo cual conllevan a la automatización de procesos académicos, donde la blockchain está demostrando ser una tecnología clave.

### 2.2.2. Los procesos académicos en la educación universitaria

Los procesos académicos son un conjunto de actividades interconectadas que se llevan a cabo en una institución de educación universitaria con el objetivo de formar a los estudiantes en un área de conocimiento específica. Estos procesos abarcan desde la admisión de los estudiantes hasta la graduación, incluyendo la planificación curricular, la enseñanza, el aprendizaje, la evaluación y la investigación. En tal sentido, los procesos académicos pueden ser de carácter administrativo, docente o de investigación:

1. *Los procesos administrativos* se relacionan con la gestión de la institución. Por ejemplo, la admisión de estudiantes, la matrícula, la gestión de recursos humanos, la gestión financiera.
2. Mientras que los *procesos docentes* se relacionan con la enseñanza y el aprendizaje. De ejemplo se tienen: la planificación de actividades académicas, las clases, las evaluaciones.
3. En cambio, los *procesos de investigación* *y extensión se* relacionan con la generación de conocimiento y sus aplicaciones en la comunidad y la industria como: la planificación, ejecución y publicación de resultados de las investigaciones, etc.

En suma, los procesos académicos universitarios son fundamentales para el funcionamiento de una institución de educación universitaria como la UNEG. Estos procesos deben ser eficientes, eficaces y estar orientados a la formación integral de los estudiantes.

### 2.2.3. La tecnología Blockchain, conceptos clave y principios

La Blockchain (del inglés, *cadena de bloques*), hace referencia a una tecnología innovadora, disruptiva y con gran potencial para cambiar muchos paradigmas actuales. Se trata de un sistema de registro, o base de datos distribuida, que permite almacenar información de forma segura, transparente y descentralizada (Tapscott y Tapscott, 2017), donde los datos se organizan en bloques y cada bloque que se agrega se va conectando con el bloque previo para crear la mencionada “cadena de bloques” (Palomo, 2018).

La TBC surgió en 2008 con la creación del Bitcoin —la primera criptomoneda— y desde entonces ha sido adoptada por una variedad de industrias (Tinoco, Gonzales & Tamayo, 2023). Blockchain tiene potencial para revolucionar la educación mejorando la seguridad, eficiencia y accesibilidad de los procesos educativos (Tapscott y Tapscott, 2017). Como elementos clave de esta tecnología se tiene:

1. *Los Nodos*: Son las computadoras que ejecutan el software de la red blockchain validando y almacenando las transacciones. Para configurarse como Nodo, el ordenador debe contar con el software correspondiente y los permisos pertinentes (en caso de ser una red permisionada).
2. *Validación*: Los nodos de una blockchain realizan una serie de comprobaciones para validar cada transacción. Estas comprobaciones en general incluyen los siguientes pasos: comprobación de la firma digital, comprobación del saldo, el límite máximo de tamaño para cada bloque, ejecución correcta del contrato inteligente, entre otras.
3. *Bloque*: Es un grupo de transacciones válidas. Cada bloque tiene una determinada capacidad máxima y viene a ser como una página de un libro contable, prácticamente infinito, en el que todo lo que se ha escrito ya no puede borrarse o alterarse, lo que le confiere inmutabilidad plena.
4. *Las Transacciones*: Son operaciones, o cualquier tipo de acción, realizada en la blockchain. Por ejemplo, la ejecución de contratos inteligentes.
5. *Los Contratos Inteligentes* (del inglés, *Smart Contracts*): Son códigos o protocolos informáticos basados en la verificación de condiciones para la ejecución de procesos de manera automatizada. Este tipo de protocolos tiene la posibilidad de programar la red blockchain para cualquier tipo de información de manera automática (Valls, 2020, p. 19).
6. *El Consenso*: Es un mecanismo que permite a los nodos de una red blockchain llegar a un acuerdo sobre el estado de la red. Hay varios algoritmos de consenso, los cuales varían según la blockchain, pero el más común es el protocolo de Prueba de Trabajo, PoW (del inglés, *Proof of Work*).
7. *La Criptografía*: Es una función matemática que es difícil de calcular, pero fácil de verificar. Esta función se utiliza en los algoritmos de consenso, tales como la Prueba de Trabajo (PoW), para validar las transacciones en la red.
8. *Cadena de Bloques:* Los bloques están enlazados secuencialmente entre sí mediante funciones hash formando una cadena, la cual conforma el registro compartido de la blockchain.
9. *Función Hash*: Es un algoritmo matemático que transforma un bloque de datos en una salida de longitud fija (hash). Nakamoto, S. (2008). Las funciones hash son fundamentales para garantizar la integridad de los datos en la blockchain.
10. *El Registro compartido*: Se le conoce también como Libro mayor distribuido (en inglés, *Ledger*). Es una base de datos que se replica en todos los nodos de la blockchain, lo cual hace que las transacciones realizadas estén disponibles para todos los participantes. (Simões, 2022).
11. *Monedero o Cartera Digital* (*del inglés*, Wallet), Es una simple app[[8]](#footnote-9) (aplicaciones o interfaces) que puede descargarse en la computadora del usuario y mediante la cual podrá gestionar su identidad digital (ID) y disponer de una clave privada y otra pública para realizar transacciones y poder operar.
12. *Tokenización*: Es el proceso de convertir activos (físicos o digitales) en tokens digitales que pueden ser almacenados y transferidos en una blockchain.
13. *Token*: Es una unidad de valor digital que representa un activo, bien o derecho (por ejemplo, propiedades, archivos digitales, membresías, votos, etc.).
14. *Oráculos*: Son mecanismos que permiten a los contratos inteligentes interactuar con el mundo real, obteniendo datos de fuentes externas.

Además de estos elementos, de acuerdo con Hernández (2019), la TBC está basada en los siguientes principios fundamentales:

1. *Descentralización*: Uno de los pilares de la blockchain, implica que no existe un punto central de control, sino que la red está distribuida entre múltiples nodos. Por lo tanto, no hay un único punto de control sobre la información almacenada, lo cual hace que sea más difícil que los datos sean manipulados o eliminados.
2. *Seguridad*: La información se cifra utilizando algoritmos criptográficos, lo que la hace segura y muy difícil de descifrar.
3. *Trazabilidad*: Todas las transacciones se registran en la cadena de bloques, lo que permite rastrear su origen y destino.
4. *Transparencia*: Los datos almacenados en la blockchain son transparentes, ya que todos los participantes de la red pueden acceder a la información registrada en la cadena de bloques.
5. *Inmutabilidad*: Una vez que una transacción se registra en la cadena de bloques, es extremadamente difícil que se pueda modificar o eliminar, lo que garantiza la transparencia y la seguridad de los registros.

Tanto los elementos clave como los principios mencionados caracterizan esta tecnología haciéndola diferente a otras formas de almacenar datos y manejar transacciones. La TBC hizo posible los registros inalterables, la transparencia en las transacciones, la propiedad verificable, seguridad y confianza, autonomía de los usuarios, entre otros, abriendo la posibilidad a la creación de muchas aplicaciones prácticas.

### 2.2.4. Desarrollo de la Blockchain y los tipos de redes

La TBC ha venido desarrollándose desde su aparición en 2008 cuando se creó el Bitcoin, la primera criptomoneda. Desde entonces ha pasado al menos por tres generaciones en su evolución. A continuación, el Cuadro 1 resume los avances más significativos y sus características:

Cuadro 1

Cambios comparativos en la evolución de la Blockchain

|  |  |
| --- | --- |
| Generación | Características |
| Primera generación (2008-2015) | - Creación del Bitcoin, la primera criptomoneda.  - TBC basada en la Prueba de Trabajo.  - Aplicaciones limitadas a las finanzas. |
| Segunda generación  (2015-2020) | - Desarrollo de nuevas redes Blockchain, como Ethereum.  - Introducción de la prueba de participación (PoS).  - Ampliación de las aplicaciones Blockchain a otras industrias, como la logística, la educación y la salud. |
| Tercera generación (2020-presente) | - Desarrollo de redes Blockchain más escalables, como la red Ethereum[[9]](#footnote-10) 2.0.  - Introducción de nuevas tecnologías, como los contratos inteligentes.  - Expansión de las aplicaciones Blockchain a nuevos ámbitos, como los Tokens No Fungibles (NFT), las Finanzas Descentralizadas (DeFi), el metaverso[[10]](#footnote-11) y la inteligencia artificial. |

Por otra parte, en la TBC se tienen al menos tres tipos de redes: públicas, privadas e híbridas, según quienes pueden participar y como se obtiene esa participación (Vanegas et al., 2022). También, se puede tener otra clasificación: en redes con permisos y las redes sin permisos, en función de quién puede leer o escribir en la cadena de bloques.

Otras dos características adicionales que permite diferenciar una blockchain de otra son la inmutabilidad y la descentralización. La primera dice si la red está asegurada o no, y la segunda se refiere a que una red puede ser centralizada, parcialmente centralizada o descentralizada. El siguiente cuadro resume los tipos de redes blockchain de acuerdo con lo antes mencionado.

Cuadro 2

Comparación entre redes públicas, privadas e híbridas

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Tipos de redes blockchain | | |
| Propiedad | Pública | Privada | Híbrida |
| Productores | Cualquier usuario | Una entidad | Conjunto de nodos seleccionados |
| Permisos | Públicos | Públicos, parcialmente públicos o restringidos | Públicos, parcialmente públicos o restringidos |
| Inmutabilidad | Parcialmente garantizada | No asegurada | No asegurada |
| Centralización | No | Sí | Parcial |

***Nota:*** Tomado de D. Luque Lodeiro (2020, p. 31)

### 2.2.5. Aplicabilidad de la TBC en el campo académico

En el contexto de esta investigación, el término “aplicabilidad” se entiende como la posibilidad de llevar a la práctica un proyecto tomando en cuenta su conveniencia e importancia. En relación a lo dicho, Hernández, Fernández y Batista (2014) mencionan que “Una investigación llega a ser conveniente por diversos motivos: tal vez ayude a resolver un problema social, a formular una teoría o a generar nuevas inquietudes de investigación” (p. 40). Y establece criterios para evaluar la utilidad de un estudio propuesto, entre las que menciona: conveniencia, relevancia social, implicaciones prácticas, valor teórico, utilidad metodológica,entre otras.

No es necesario que todos estos criterios se cumplan, sin embargo, se ha considerado que deberá realizarse una revisión selectiva de la literatura —a juicio de los expertos—, conocer la legislatura relacionada al estudio y si la universidad dispone del presupuesto necesario para desarrollar el proyecto. En suma, entre los principales beneficios que la TBC puede aportar al sector educativo universitario, según diversos estudios (Alshareef, 2022; Popa et al., 2022; Yin et al., 2022; Ayub et al., 2021, citados en Tinoco et al., 2023), se encuentran:

1. *En lo administrativo*: Para emitir y verificar credenciales académicas, mantener el registro de los estudiantes, gestionar los certificados, mejorar procesos internos para reducir costes, entre otros.
2. *En lo académico*: Soporte a la actividad de aprendizaje, en relación a la capacidad de almacenamiento de la cadena de bloques para resguardar y compartir materiales instruccionales digitalizados; comunicar las competencias y logros de aprendizaje de los estudiantes y evaluar su potencial profesional.
3. *En la investigación*: Publicaciones académicas con un proceso de revisión por pares transparente, gestión de la propiedad intelectual, evitar el plagio de información, proveer de reputación y confianza sobre investigadores, instituciones, el material publicado, citas y referencias a nivel mundial.

## 2.3. Operacionalización de variables y categorías

De acuerdo con Arias, F. (2012), la operacionalización de las variables “… se emplea en investigación científica para designar al proceso mediante el cual se transforma la variable de conceptos abstractos a términos concretos, observables y medibles, es decir, dimensiones e indicadores”.

A fin de traducir los conceptos abstractos o teóricos en términos concretos y medibles, bajo un enfoque mixto, se elabora la *Matriz de Codificación* (Cuadro 3), donde se define cómo se miden las variables y categorías en estudio, las dimensiones, subdimensiones, indicadores e ítems —que se obtienen por los métodos explicados en el Capítulo III— y su relación con el objetivo general y los objetivos específicos de este trabajo de grado.

Cuadro 3

Matriz de Codificación

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Objetivo General:  Analizar la automatización de procesos académicos por medio de la TBC en la UNEG. | | | | | |
| Variable | **Objetivos Específicos** | **Dimensión** | **Subdimensión** | **Indicador** | **Ítems** |
| La TBC  Definición Nominal:  La TBC es un sistema de registro distribuido que permite almacenar información de forma segura, transparente y descentralizada (Tapscott y Tapscott, 2017). | **Establecer** la *aplicabilidad* de la TBC en el campo académico universitario | *Aplicabilidad en el campo académico* | Referentes | Casos de uso | Citas bibliográficas |
| Legalidad | Marco legal | Leyes |
| Costo | Presupuesto | Recursos |
| **Caracterizar** la *automatización* de procesos académicos bajo la gestión de virtualización de la UNEG | *Nivel de automatización de los procesos* | Organizacional | Procesos administrativos | Tareas manuales y repetitivas que consumen gran cantidad de tiempo |
| Tecnológica | Herramientas tecnológicas | Comunicación, acceso a la información y colaboración entre estudiantes, profesores y personal administrativo |
| Pedagógica | Procesos de enseñanza y aprendizaje | Personalización del aprendizaje, interacción entre estudiantes y profesores, desarrollo de habilidades |
| **Relacionar** los *elementos de la TBC* con los procesos académicos de la UNEG | *Elementos de la TBC* | La Cadena de Bloques | El Registro compartido | Nodos de la red |
| Algoritmo de consenso | Prueba de Trabajo | Nodos (mineros) |
| Los Contratos Inteligentes | Proceso académico | Nivel de automatización |
| Objetivo transformacional:   Generar los *lineamientos metodológicos* para la automatización de procesos académicos por medio de la TBC en la UNEG | | | | | |

*Nota*. Elaborado por el autor.

# CAPÍTULO III

# MARCO METODOLÓGICO

## 3.1. Enfoque metodológico

El presente estudio tiene un enfoque de investigación mixto, el cual tiene por meta utilizar las fortalezas de la investigación cuantitativa y la investigación cualitativa, combinándolas y tratando de minimizar sus debilidades potenciales (Hernández, Fernández y Batista, 2014, p. 532). En lo cuantitativo, se ha optado seguir el método hipotético-deductivo, “el cual es el método cuantitativo más completo, pues proviene del uso conjunto de la inducción y la deducción” (Hurtado & Toro, 1998, p. 66). Por otra parte, desde el punto de vista cualitativo, trata de alcanzar una prospectiva más amplia y profunda, mayor teorización, creatividad y mejor exploración y explotación de los datos (Hernández, et al., 2014, p. 533).

## 3.2. Tipo de estudio y el diseño de investigación

Bajo las características innovadoras y la naturaleza compleja del estudio, se consideró que el mismo es **mixto “puro”** (CUAL-CUAN), es decir, con el mismo estatus en lo cuantitativo y cualitativo. Además de ser una **investigación del tipo multimétodo**, dentro de la tipología de diseño propuesta por Hernández-Sampieri y Mendoza (2008, citado en Hernández et al., 2014, p. 535), quienes también mencionan que:

Los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio.

Por otra parte, aunque un estudio mixto implica un trabajo único y un diseño propio, resultando en una tarea más “artesanal” (Hernández, et al., 2014, p. 454) y se puede decir que el proceso en la ejecución del **diseño es secuencial**. Al respecto, Creswell (2013a, citado en Hernández, et al., 2014, p. 547), expresa:

“Normalmente, cuando se recolectan primero los datos cualitativos, la intención es explorar el planteamiento con un grupo de participantes en su contexto, para posteriormente expandir el entendimiento del problema en una muestra mayor y poder efectuar generalizaciones a la población”.

La integración de los datos, consiste en una transformación de los mismos para su análisis. Este proceso implica que un tipo de dato es convertido en otro, calificando datos cuantitativos o cuantificando datos cualitativos (Bazeley, 2010, y Teddlie y Tashakkori, 2009, citados en Hernández, et al., 2014, p. 549). Así, la investigación oscila entre los esquemas de pensamiento inductivo y deductivo, lo que demanda creatividad y dinamismo en el proceso por parte del investigador. Puede decirse entonces que esta investigación tiene un **diseño integrador**. Por otra parte, también se trata de un **diseño narrativo**, considerando cada objetivo establecido como una fase a completar bajo la perspectiva “teorética” del paradigma educativo y de la visión *ungista*.

En relación al aspecto cuantitativo de esta investigación, se incorpora la **investigación de tipo descriptiva**. La cual, de acuerdo con Hernández, Fernández y Batista (2014) “Busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población” (p. 92). En este sentido, Arias (2012) explica: “La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento” (p. 24).

Por otra parte, la investigación planteada, **a nivel cuantitativo, aplica un diseño no experimental, del tipo descriptivo**, donde se observan los hechos estudiados tal como se manifiestan en su ambiente natural, y en este sentido no se manipulan de manera intencional las variables. Citando a Balestrini, M. (2001):

Estos diseños, permite establecer una interacción entre los objetivos y la realidad de la situación de campo; observar y recolectar los datos directamente de la realidad, en su situación natural; profundizar en la comprensión de los hallazgos encontrados con la aplicación de los instrumentos; y proporcionarle al investigador una lectura de la realidad objeto de estudio más rica en cuanto al conocimiento de la misma, para plantear hipótesis futuras en otros niveles de investigación (p. 132).

En cuanto a su dimensión temporal, la recolección de datos se efectúa sólo una vez y en un tiempo único, lo cual es definido por los autores citados como un diseño transversal o transeccional, el cual se puede clasificar a su vez en transeccional descriptivo.

En conclusión, con esta investigación se pretende establecer tendencias para definir los lineamientos de una metodología de implantación de la TBC para la automatización de procesos en la UNEG, lo cual corresponde a un diseño cuantitativo; no obstante, se trata de un problema complejo que requiere ser explorado para obtener un entendimiento profundo, que es una característica esencial del diseño cualitativo. De tal modo que, se optó desarrollar un **diseño mixto general de integración, secuencial, narrativo y descriptivo**.

## 3.3. Unidad de Análisis

La unidad de análisis hace referencia a la variable, “una característica o cualidad; magnitud o cantidad, que puede sufrir cambios, y que es objeto de análisis, medición, manipulación o control en una investigación” (Arias, 2012, p. 57). En el caso de esta investigación, la unidad de análisis **─**a la que también se conoce como *objeto de estudio***─** es la"Automatización de procesos académicos mediante la TBC en la UNEG". Esto significa que el enfoque central de la investigación se encuentra en cómo la TBC podría ser utilizada para automatizar los procesos académicos en la UNEG. Así, una vez conocida la unidad de análisis, se establece con claridad y correspondencia a los objetivos del estudio, las variables y sus indicadores. De este modo, se ha definido lo siguiente:

1. En relación al primer objetivo de investigación sobre “Establecer la aplicabilidad de la TBC en el campo académico universitario”, se define la variable “Aplicabilidad en el campo educativo” y los indicadores: Casos de uso, Marco legal y Presupuesto.
2. Para el segundo objetivo: “Caracterizar la automatización de procesos académicos en la gestión de la virtualización de la UNEG”, se definió como variable el “Nivel de automatización de los procesos”, cuyos indicadores son: Procesos administrativos, Herramientas tecnológicas, y Procesos de enseñanza y aprendizaje.
3. El tercer objetivo, se refiere a “Relacionar los elementos de la TBC con los procesos académicos de la UNEG”, para el cual se definió como variable los “Elementos de la TBC” y se tomaros como indicadores: El registro compartido, Prueba de Trabajo y Proceso académico.

## 3.4. Unidad de observación

Definición de la población

Según Arias (2012), la población representa un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. En este sentido, la presente investigación define la población de estudio como los procesos académicos que se llevan a cabo en la UNEG durante el lapso académico 2023-2024.

Muestra o Grupo de estudio

Para Fernández, et al. (2014), la muestra es un “Subgrupo del universo o población del cual se recolectan los datos y que debe ser representativo de ésta” (p. 173). Análogamente, Arias (2012), define: “La muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible”. En base a esta definición, la muestra para este estudio está conformada por un grupo de procesos académicos representativos de la población. Los cuales se seleccionan de forma aleatoria simple o por conveniencia, dependiendo de la disponibilidad de los datos.

En este estudio, la muestra se seleccionó por conveniencia, debido a que el muestreo estuvo dirigido a los procesos de mayor demanda según la literatura, pero representativos en los de su tipo de acuerdo al nivel de abstracción que se manejó en la presente investigación (ver la sección 4.2 sobre la Caracterización de la automatización de procesos académicos bajo la gestión de virtualización en la UNEG).

## 3.5. Técnicas e instrumentos

Para Arias (2012) la técnica se refiere al “…procedimiento o forma particular de obtener datos o información” (p. 67). Mientras que instrumento “…es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información” (p. 69). La investigación que se ha desarrollado aquí, tiene un diseño abierto, flexible, por lo que se recopiló datos directamente de la ubicación donde ocurren los procesos académicos y de las publicaciones en línea que mantiene la UNEG. No obstante, la revisión bibliográfica preliminar también constituyó una fuente de información importante y un requisito por sí necesario de toda investigación, la cual requirió de un manejo adecuado en la recuperación de datos y su posterior análisis.

En tal sentido, Arias (2012) menciona que la investigación documental utiliza como técnicas e instrumentos: El *Análisis Documental* (como técnica), en la que se tienen como instrumentos *las fichas y/o* *las computadoras* (con sus unidades de almacenaje); y el *Análisis de Contenido* (como técnica), con los *cuadros de registro y clasificación de categorías* como instrumento. A efectos de la investigación actual, el primer objetivo sobre “Establecer la aplicabilidad de la TBC en el campo académico universitario”, fue abordado inicialmente mediante una revisión de documentos utilizando la técnica de **análisis documental**, y **la computadora** como el instrumento de recolección**.** Posteriormente, se continuó con la técnica de **análisis de contenido**, utilizando como instrumentos los **cuadros de registro** y la **categorización**.

Por otra parte, de acuerdo con el autor citado, el diseño de investigación utiliza también otras técnicas como la observación, la encuesta y la entrevista. Las cuales, se resumen a continuación indicando sus respectivos instrumentos de medición:

La *Técnica de la* *Observación* consiste en visualizar, en forma sistemática, cualquier hecho o situación que se produzca en función de los objetivos de investigación establecidos. Puede ser *libre*, sin una guía prediseñada, o *estructurada*, en la que se utiliza una guía para especificar los elementos que serán observados. Como instrumentos de medición en la Observación, se tienen: la *Lista de Cotejo*, también denominada lista de control o de verificación; la *Lista de Frecuencia*, diseñada para registrar cada vez que se presenta una conducta o comportamiento; y la *Escala de Estimación*, la cual mide en una escala cómo se manifiesta una situación o conducta.

La *Técnica de la Encuesta*, puede ser *oral o escrita*, y pretende obtener información de un grupo o muestra de sujetos acerca de sí mismos, o en relación con un tema en particular. La encuesta oral es un interrogatorio breve de preguntas cortas, por lo que es poco profunda, pero de gran alcance en cuanto al número de encuestados. En este tipo de encuesta, los instrumentos consisten en una guía de encuesta o tarjeta donde el encuestador anota las respuestas, o bien, la grabadora o cámara de vídeo utilizada para registrar los encuentros. Cuando la encuesta es escrita, se utiliza el cuestionario como instrumento de medición. Este instrumento, siempre es respondido de forma escrita por el encuestado, por lo que también recibe el nombre de cuestionario autoadministrado.

*La Entrevista*, es una técnica basada en un diálogo o conversación sobre el tema acordado, de tal manera que el entrevistador pueda obtener la información requerida. La entrevista puede ocupar mayor tiempo que la encuesta oral, por lo que su alcance es menor en cuanto al número de personas, pero tiende a ser más profunda en cuanto al contenido. La Entrevista puede ser *formal o estructurada* si se realiza a partir de una guía de preguntas ya establecidas (guía de entrevista), de lo contrario, sería una entrevista *informal o no estructurada*. Sin embargo, también se puede hacer una entrevista *semiestructurada*, en la que se tiene una guía de preguntas, pero el entrevistador puede realizar otras no contempladas inicialmente. En cualquiera de los casos, el instrumento de medición será la grabadora y/o la cámara de vídeo.

Con respecto al segundo objetivo de investigación de este trabajo: “Caracterizar la automatización de procesos académicos bajo la gestión de virtualización de la UNEG”, se planeó utilizar la observación y entrevistas no estructuradas como técnicas de recolección de datos. Para el diseño elegido se optó por la observación directa publicada por la institución con el propósito de obtener una mejor comprensión de la gestión de virtualización que se lleva en la UNEG. Al mismo tiempo, con la finalidad de caracterizar la automatización de los procesos académicos, se consideró aplicar la técnica de entrevistas a los encargados o responsables de procesos que fueron seleccionados para la muestra, en los casos que la información no pudo ser obtenida a partir de los documentos y medios informativos institucionales. Adicionalmente, se utilizó la técnica de la observación estructurada, mediante listas de cotejo y listas de frecuencias, con las que se logró conseguir patrones, condiciones y esquemas adaptables para automatizar los procesos admisibles a la TBC.

## 3.6. Procedimientos

1. *Revisión de Literatura*: El primer objetivo específico consiste en comprender los alcances de la TBC y establecer su aplicabilidad en el campo académico. Por esta razón, se comenzó con una revisión selectiva de la literatura para comprender cómo otras universidades en el mundo están utilizando la TBC para automatizar procesos académicos. Se examina casos de estudio, investigaciones previas y buenas prácticas en este campo.
2. *Identificación de Procesos académicos*: Se identificó aquellos procesos académicos en la UNEG que bajo la gestión de virtualización están siendo o han sido automatizados. Esto incluyó la gestión de registros estudiantiles, la emisión de diplomas, la verificación de credenciales, entre otros.
3. *Relación con la TBC*: Se relacionaron los elementos de la TBC con los procesos académico, para definir la arquitectura del sistema y sus componentes, a fin de poder implementar el *ecosistema blockchain* conforme a los requerimientos y el propósito de automatizar los procesos académicos de la UNEG.
4. *Propuesta de Metodología*: Se desarrolló una propuesta metodológica que detalla cómo se puede implementar la TBC en la UNEG. Esto incluye la identificación de los patrones de diseño, los recursos requeridos y un cronograma aproximado.

## 3.7. Análisis de los datos

Dado que el objetivo de estudio es analizar si la TBC puede ser aplicada en la automatización de procesos académicos, la forma en que se realizó esta tarea consistió en utilizar una *matriz de análisis*, la cual es un instrumento flexible y adaptable a las necesidades específicas de la investigación al permitir agregar o eliminar categorías de información según sea necesario. Los instrumentos de recolección basados en las matrices de análisis son, por lo general, formularios que organizan y registran la información obtenida mediante un cuadro o *tabla de contingencia*[[11]](#footnote-12) con las categorías de información que se quieren analizar. Según Hurtado (2000), “las matrices de análisis son instrumentos (de observación) diseñados para extraer información (…) ya sea de un documento o de una situación real” (p. 459), resultando útil en cualquier investigación que requiera un proceso de análisis de material inestructurado.

De esta forma, en cada objetivo específicos de la investigación se han establecido categorías como subdimensiones de la variable que, una vez definidas, permiten comenzar la obtención de datos de los documentos mediante su lectura y revisión para completar la matriz de análisis con la información relevante. Así, para el primer objetivo “Establecer la aplicabilidad de la TBC en el campo académico universitario”, se tienen las siguientes categorías:

1. *Referentes*: Tales como casos de uso en aplicación de la TBC en instituciones educativas universitarias o similares; identificación y caracterización de procesos que pueden ser automatizados bajo la TBC en el entorno académico.
2. *Legalidad*: Revisión del marco legal o leyes, artículos o resoluciones sobre la aplicación de la TBC en nuestro país.
3. *Costo*: Recursos y costos asociados a la implementación de esta tecnología por parte de la UNEG bajo el esquema de un presupuesto viable.

Para construir la matriz de análisis del segundo objetivo, “Caracterizar la automatización de procesos académicos bajo la gestión de virtualización de la UNEG”, las categorías son las siguientes:

1. *Organizacional*: Relativa a la estructura funcional y administrativa de la universidad, entre las que encontramos tareas manuales y repetitivas que consumen gran cantidad de tiempo.
2. *Tecnológica*: Son herramientas tecnológicas referidas a sistemas de información y comunicación, acceso a registros estudiantiles y datos estadísticos, aplicaciones en línea y herramientas de colaboración entre estudiantes, profesores y personal administrativo.
3. *Pedagógica*: Concerniente a los procesos de enseñanza y aprendizaje, asistido o tutorado virtualmente, el aprendizaje adaptativo o personalizado, la interacción entre estudiantes y profesores y el desarrollo de habilidades estudiantiles.

En relación al tercer objetivo, “Relacionar los elementos de la TBC con los procesos académicos de la UNEG”, las categorías propuestas son:

1. *La Cadena de bloques*: Estructura de datos que da soporte a un tipo específico de base de datos distribuida conocida como Registro compartido o libro contable (Leger) dentro de esta tecnología.
2. *Algoritmo de consenso*: Característica singular y diferenciadora propuesta por Nakamoto (2008), que hace segura e inmutable la cadena de bloques mediante una *Prueba de Trabajo* o mecanismo de consenso entre nodos de una red de pares sin intervención de terceros.
3. *Los Contratos inteligentes*: Aspecto clave, a partir de la aparición de la red Ethereum, que permitió extender el uso de la TBC a la automatización de procesos que puedan ser codificados, sin otros límites más allá que los de la propia imaginación; entre éstos, los procesos académicos, que son el objeto de esta investigación.

# CAPÍTULO IV

# ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este apartado se presentan los resultados obtenidos al aplicar las técnicas e instrumentos seleccionados en la metodología y el diseño de las actividades requeridas en cada objetivo específico con el propósito de analizar la información y definir los lineamientos necesarios para implantar la TBC en la UNEG a fin de que pueda ser utilizada en la automatización de los procesos académicos.

## 4.1. Aplicabilidad de la TBC en el campo académico

### 4.1.1. Referentes de aplicabilidad de la tecnología

En esta investigación, el análisis documental inició con una búsqueda selectiva de la literatura relacionada al tema de Blockchain y sus aplicaciones en el campo educativo. Esto se hizo mediante la computadora, el uso de internet, la herramienta de inteligencia artificial (IA), *Gemini*[[12]](#footnote-13) —la cual admite su empleo para asistir a investigadores en la escritura de artículos científicos de alta calidad— y el programa Atlas.ti[[13]](#footnote-14), usado para el análisis documental y de contenidos.

Adicionalmente, se incluyó una búsqueda por referencias del material consultado y la revisión de tesis, ensayos y artículos científicos sugeridos por expertos en la materia, como la Dra. Milagros Cova, vicerrectora académica de la UNEG y el Dr. Víctor Inciarte, asesor metodológico y fundador de Inver-E-Group, Venezuela. Bajo estas consideraciones se eligieron los siguientes diez documentos para ser analizados con la herramienta Atlas.ti:

Cuadro 4

Documentos para el análisis con Atlas.ti de los Referentes para el primer objetivo.

| Identificador | Referencia bibliográfica |
| --- | --- |
| D1 | Bohórquez Garzón, D. (2019) Blockchain. Una revisión sistemática de literatura sobre su aplicación en el campo de la publicación científica. |
| D2 | Bellomo, S. (2020). Aportes instrumentales y sustantivos de blockchain a la educación. |
| D3 | Hernández, Y. (2019). Aplicaciones de la Tecnología Blockchain en Educación Superior: Estado del arte. |
| D4 | Jarabo, A. (2018). El blockchain en el sector educativo. |
| D5 | D. Luque Lodeiro, R. (2020) Blockchain: Estado del arte, tendencias y retos. |
| D6 | Tinoco, C., Juárez, A., Gonzales, F., & Tamayo, J. (2023). Tecnología Blockchain en Educación: una revisión sistemática. |
| D7 | Toapanta, J. (2018). Estudio de la utilización de TBC en el sistema de procesos estudiantiles en la universidad de Guayaquil. |
| D8 | Valls, R. (2020). Análisis de las posibilidades de aplicación de la TBC en el sector educativo y en el ámbito de la educación universitaria y formación especializada online. |
| D9 | Vanegas, W., Rodelo M. y Soto, J. (2022). Blockchain, tecnología en la gestión educativa. |
| D10 | Tapscott, D., & Tapscott, A. (2017). La revolución blockchain. |

Mediante la revisión de la literatura señalada se asignaron códigos a segmentos de datos o *“Citas”* que contienen conceptos, temas o ideas clave que emergen del análisis. Los códigos asignados fueron:

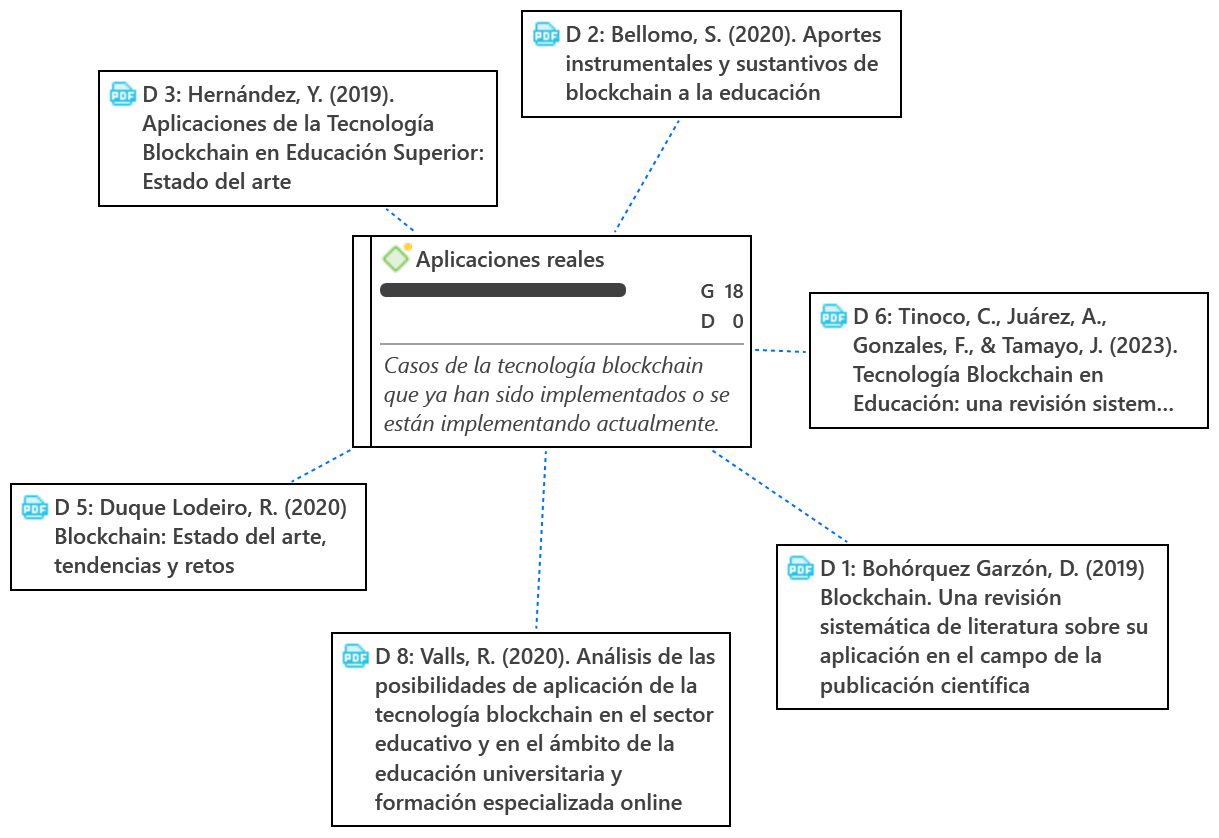
Cuadro 5

Lista de códigos definidos en Atlas.ti con sus descripciones asociativas.

|  |  |
| --- | --- |
| Códigos  */ # citas* | Comentario, conceptos, temas o ideas clave a la que debe hacer referencia la cita |
| *Aplicaciones reales*  */ 18* | Casos de la TBC que ya han sido implementados o se están implementando actualmente. |
| *Educación a distancia*  */ 5* | Implica la creación de materiales didácticos digitales, como videos, textos interactivos, clases y evaluaciones en línea y actividades colaborativas. Se deben considerar diferentes plataformas de aprendizaje virtual, como Moodle, Blackboard o Canva, para la gestión de los cursos. Incluye la selección y uso de herramientas digitales para la comunicación, colaboración e interacción entre estudiantes y profesores. Se pueden utilizar plataformas como Zoom, Google Meet o Microsoft Teams para videoconferencias, foros virtuales, wikis y herramientas de trabajo en equipo. |
| *Elementos de la tecnología*  */ 9* | Como elementos clave de esta tecnología se tiene: el registro compartido, el consenso, los contratos inteligentes, la criptografía, las cadenas de bloques, los nodos y los monederos o carteras digitales. |
| *Evaluación y seguimiento*  */ 2* | Implementar mecanismos para evaluar la calidad de los cursos en línea y el aprendizaje de los estudiantes. Monitorizar el uso de las plataformas y herramientas digitales para identificar áreas de mejora. |
| *Infraestructura tecnológica*  */ 1* | Se refiere a la gestión del hardware, software y redes necesarias para el funcionamiento de la educación virtual. |
| *Principios de la tecnología*  */ 8* | La TBC se basa en los siguientes principios fundamentales: Descentralización, Seguridad, Trazabilidad, Confianza, Transparencia, Inmutabilidad y validez. |
| *Procesos Administrativos*  */ 20* | Se relacionan con la gestión de la institución. Tales como: la admisión de estudiantes, la matrícula, la gestión de recursos humanos, la gestión financiera, verificación de títulos, certificación y verificación de credenciales, etc. |
| *Procesos de Investigación*  */ 6* | Se relacionan con la generación de conocimiento (como la planificación, ejecución y publicación de resultados de las investigaciones), evitar el plagio, acceso a la información, derechos de autor y número de veces que ha sido citado. |
| *Procesos docentes*  */ 7* | Se relacionan con la enseñanza y el aprendizaje (de ejemplo se tienen: la planificación de actividades académicas, las clases, las evaluaciones). |
| *Prospectiva en la educación*  */ 23* | Se analiza o discute sobre posibles usos de la TBC en la educación que puedan tener grandes beneficios económicos y sociales a futuro. La prospectiva permite identificar riesgos y oportunidades en cada escenario y ayuda a pensar en cursos de acción acordados. |
| *Soporte técnico y capacitación*  */ 1* | Consiste en brindar asistencia técnica a estudiantes y profesores en el uso de las plataformas y herramientas digitales. Ofrecer programas de capacitación para el desarrollo de competencias digitales en el ámbito educativo. |

Como resultados del análisis, de cada documento se obtuvo un conjunto de citas, las cuales están vinculadas a uno o más códigos. Esto permite establecer una medida de los *“Casos de uso”* de la TBC, la cual servirá como un indicador clave de la categoría *“Referentes”* del primer objetivo de la investigación. En tal sentido, el programa Atlas.ti ofrece opciones interesantes como [Mostrar en la Red] y [Mostrar análisis código-documentos], de las cuales se pueden obtener tablas resumen y diagramas de redes que facilitan la interpretación y el cruce de información para el análisis. A manera de información, las siguientes figuras muestran la salida generada al usar el programa Atlas.ti tomando como ejemplo el documento D2 para las opciones mencionadas.

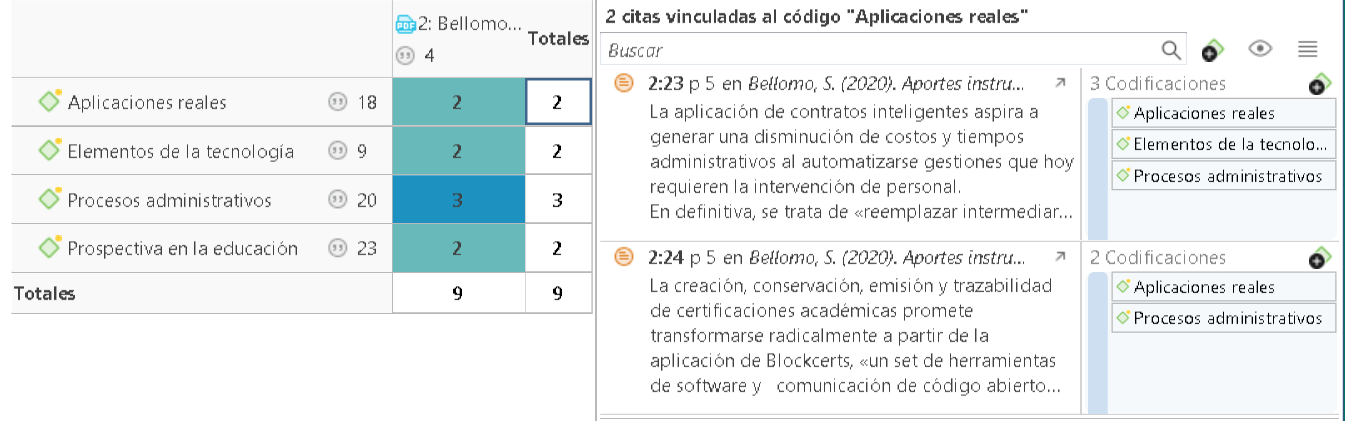
Figura 1

Diagrama de Atlas.ti: “Mostrar en la red” señalando los documentos que tienen en común el código “Aplicaciones reales”

***Fuente****:* Programa Atlas.ti. Proyecto Blockchain, elaborado por el autor.

Figura 2

Diagrama de Atlas.ti: “Mostrar análisis código-documento” con el documento D2. Se indican los códigos y el número de citas que tiene asociado D2 y se muestra también 2 citas vinculadas al código “Aplicaciones reales” que se ha seleccionado.

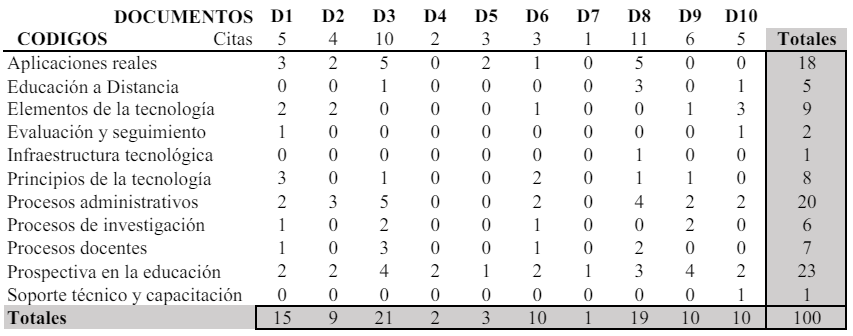


***Fuente****:* Programa Atlas.ti. Proyecto Blockchain, elaborado por el autor.

A partir de diagramas como los que se muestran en las figuras 1 y 2, se generó la siguiente matriz de análisis que resume la relación de los códigos por citas de todos los documentos analizados:

Cuadro 6

Matriz de códigos por citas incluyendo todos los documentos.



***Fuente***: Elaborado por el autor.

La anterior matriz de análisis muestra los resultados de la codificación para cada una de las citas obtenidas de la revisión de los diez documentos seleccionados. En esta se aprecia el detalle de la información para cada documento y código en particular. Así, por ejemplo, para el código *“Aplicaciones reales”* (ver primera fila de los datos en el Cuadro 6) se tienen 18 citas distribuidas entre 5 de los documentos (D1, D2, D3, D6 y D8). Esta información es justo lo que se muestra en la Figura 1.

Por otra parte, si se observa en el Cuadro 6, la columna que corresponde al documento D2 puede verse que solo se tienen 4 citas y en dos de ellas aparecerán los códigos *“Aplicaciones reales”*, *“Elementos de la tecnología”* y *“Prospectiva en la educación”*, mientras que se encontrarán tres de las cuatro existentes en el documento con el código *“Procesos administrativos”*, que precisamente es lo que se ve en la Figura 2.

Es de gran relevancia, observar también, que esta matriz de análisis presenta las diferencias en cuanto a las incidencias de los distintos códigos, con lo cual se obtiene una medida cuantificable para el indicador *“Casos de uso”* de la categoría *“Referentes”* tomada como subdimensiones en la matriz de operacionalización de variables (Cuadro 3) con el fin de establecer la aplicabilidad de la TBC en el campo académico universitario.

En orden a lo mencionado, se presenta el gráfico estadístico de la Figura 3, elaborado a partir de la matriz de análisis del Cuadro 6, el cual ilustra mejor la contribución de cada código en favor del planteamiento hecho para el primer objetivo.

Figura 3

Distribución de códigos por importancia en base al total de incidencias obtenida del análisis documental.

***Nota***: Elaborado por el autor.

En gráfico anterior (Figura 3) es el típico diagrama de Pareto, utilizado para organizar en orden descendente las incidencias de los códigos que señalan un interés específico de la comunidad científica en desarrollar y aplicar la TBC en el ámbito educativo. Al aplicar la regla (80/20) puede verse que la mayor preocupación está en primeros cuatro códigos mostrados en la gráfica (de izquierda a derecha: prospectiva en la educación, procesos administrativos, aplicaciones reales y elementos de la tecnología).

Esto quiere decir que existe especial interés en las futuras aplicaciones de la TBC, sobre todo a nivel de los procesos administrativos, lo cual se evidencia en aplicaciones reales documentadas y que se apoya en elementos de la tecnología tales como el registro compartido, el consenso, los contratos inteligentes y la criptografía, entre otros.

Así lo evidencia también el informe titulado “Blockchain in Education” que realizó la Comisión Europea a través del Centro Común de Investigación de la UE (JRC, Join Research Centre) para presentar las ventajas que ofrece Blockchain en educación y su uso para la formación, proponiendo ocho escenarios de aplicación basados en el actual desarrollo e implementación de esta tecnología:

1. Emisión y disposición de los certificados de forma permanente.
2. Verificación de la acreditación en varios pasos.
3. Reconocimiento automático y la transferencia de créditos.
4. Pasaporte de aprendizaje permanente.
5. Seguimiento de la propiedad intelectual y recompensas por su uso y reutilización.
6. Recibir pagos de estudiantes a través de Blockchain.
7. Proporcionar fondos para estudiantes a través de Blockchain, en términos de cupones.
8. Uso de identidades independientes verificadas para la identificación de estudiantes dentro de las organizaciones educativas.

### 4.1.2. Legalidad en la aplicabilidad de Blockchain. Un marco legal para las *cadenas de bloque* en Venezuela.

Asumiendo que “… la TBC es aplicable en el sector educativo a fecha de estudio. Sin embargo, muchas de las barreras existentes a nivel económico, institucional y legislativo frenan la viabilidad propia de la aplicación.” (Valls, R., 2020, p. 217). Esta cita expresa claramente la necesidad de contar con un marco legal regulatorio, además de recursos económicos suficientes. La falta de leyes, sumado a la baja rentabilidad que supone implementar la TBC acorde a sus principios, es una razón de peso para que gran parte de los proyectos no lleguen a completarse o fracasen.

En el caso de Venezuela, si bien no existe un marco legal y regulatorio específico para esta tecnología en el ámbito universitario, si existen diversas leyes y decretos que pueden ser interpretados para respaldar su implementación, las cuales apoyan la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías. A continuación, se enunciarán las más importantes.

*La Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (CRV-1999).*

En su Artículo 108 dice que “Los centros educativos deben incorporar el conocimiento y aplicación de las nuevas tecnologías, de sus innovaciones, según los requisitos que establezca la ley”. A su vez, el Artículo 110 menciona que “El Estado reconocerá el interés público de la ciencia, la tecnología, el conocimiento, la innovación y sus aplicaciones y (…) creará el sistema nacional de ciencia y tecnología de acuerdo con la ley” garantizando el cumplimiento de los principios éticos y legales que deben regir estas actividades de investigación científicas, humanística y tecnológicas.

*Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación (LOCTI).*

Esta ley fue promulgada el 12 de julio de 2005 por la Asamblea Nacional de Venezuela y publicada en Gaceta Oficial Nº38.242 el 3 de agosto de 2005. Posteriormente, se reformuló en 2010 (Gaceta Oficial Nº39.575, 16/12/2010) y en 2014 según Decreto Nº1.411 (Gaceta Oficial Nº6.151 del 18/11/2014).

La Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación (LOCTI) establece el marco general para promover el desarrollo científico y tecnológico en Venezuela. Aunque no menciona explícitamente la TBC, sus principios y estrategias se alinean con las aplicaciones potenciales de esta tecnología en la educación. La LOCTI engloba los aspectos relacionados con el desarrollo de la ciencia y la tecnología en el país y define la responsabilidad de otros entes públicos en la formulación del Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (PNCTI). En tal sentido, se consideran relevantes los siguientes Artículos:

Artículo 5: Establece la promoción de la investigación, el desarrollo y la innovación en áreas prioritarias, incluidas las TIC. La TBC puede considerarse dentro del ámbito de las TIC por sus posibles aplicaciones en la educación.

Artículo 28: Señala que actividades como la “Participación, investigación e innovación de las universidades y centros de investigación e innovación del país, en la introducción de nuevos procesos tecnológicos, … y, en general, procesos de innovación con miras a resolver problemas concretos de la población venezolana” (Numeral 1, Literal d), serán consideradas como factibles de ser llevadas a cabo con los aportes de la ciencia, la tecnología, la innovación y sus aplicaciones.

Artículo 37: Expresa que se “…impulsarán programas de promoción a la investigación y la innovación para garantizar la generación de una ciencia, tecnología, innovación y sus aplicaciones que propicien la solución de problemas concretos del país, en el ejercicio pleno de la soberanía nacional.”

*Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (2005-2030).*

El Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (PNCTI) 2005-2030 no menciona explícitamente la TBC ni su aplicación en la educación. Sin embargo, el plan establece un marco político estratégico que puede ser interpretado para apoyar la adopción y el desarrollo de esta tecnología en este sector.

El PNCTI 2005-2030 destaca la importancia de la investigación y el desarrollo en áreas prioritarias como las tecnologías de la información y la comunicación (TICs). La TBC, como tecnología emergente dentro de las TICs, puede ser considerada dentro de este ámbito para su potencial aplicación en la educación.

*Plan de la Patria 2019-2025.*

Aunque no menciona el término *“blockchain”* específicamente, si establece algunos lineamientos en relación a su desarrollo y aplicación en diversos sectores, incluyendo la educación, la economía y el gobierno. Entre los más destacados están:

1. Reconocer la importancia de la ciencia, tecnología e innovación como motores del desarrollo nacional, fortaleciendo la investigación y el desarrollo en áreas prioritarias como las Tecnologías de la información y la comunicación (TICs), entre otras.
2. Promover la transferencia tecnológica y la innovación, vinculando universidad, empresa y gobierno.
3. Desarrollar capital humano en ciencia y tecnología en todos los niveles educativos.

*Superintendencia de los Criptoactivos y actividades conexas venezolana.*

Por medio del Decreto Nº3.355 (Gaceta Oficial Extraordinaria Nº6.371 del 9/04/2018), se crea la Superintendencia de Criptoactivos de Venezuela y sus Actividades Conexas Venezolana (SUPCACVEN). Aunque este decreto no aborda directamente el marco legal para la TBC, su objetivo principal es regular las actividades relacionadas con las criptomonedas, incluidas la emisión, el comercio y la minería. Estas disposiciones del decreto pueden interpretarse en el sentido que brindan un entorno de apoyo para el desarrollo y aplicación de la TBC en Venezuela.

Como aspectos clave de este decreto puede mencionarse:

1. Reconocimiento de blockchain como tecnología subyacente de contabilidad distribuida, lo cual sugiere que el gobierno es consciente del potencial de blockchain y puede estar abierto a sus aplicaciones más amplias.
2. El decreto enfatiza la transparencia, eficiencia y seguridad jurídica en las actividades con criptomonedas. Estos principios se alinean con los beneficios potenciales de la TBC, como su capacidad para mejorar la transparencia, la trazabilidad y la seguridad en diversas transacciones.
3. Se fomenta la innovación y el desarrollo en el sector de las criptomonedas, siendo esto un aspecto clave de la TBC para impulsar la innovación en diversos campos, incluida la educación.
4. Se enfatiza la protección de los derechos de los usuarios y la prevención del fraude en actividades relacionadas con las criptomonedas. Estos principios también son relevantes para la aplicación de la TBC, ya que puede ayudar a garantizar la integridad, la seguridad y la privacidad de los datos.

*Ley de Infogobierno.*

Esta ley, decretada por la Asamblea Nacional, según Gaceta Oficial N°40.274 del 17 de octubre de 2013, tiene por objeto establecer los principios, bases y lineamientos que rigen el uso de las tecnologías de información en el Poder Público, además de promover el desarrollo de las tecnologías de información libres en el Estado.

Si bien la Ley de Infogobierno no menciona explícitamente la TBC, sus principios y disposiciones pueden ser interpretados para establecer un marco legal que respalde su adopción y aplicación en el ámbito de la educación universitaria.

En el Artículo 2 se establece que las universidades públicas, así como cualquier otra institución del sector universitario de naturaleza pública están sometidos a la aplicación de esta ley. A continuación, se detallan algunas formas en que la Ley de Infogobierno puede servir como marco legal para la TBC en la educación universitaria:

1. Promoción del uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) para fortalecer y modernizar el proceso educativo. En tal sentido, la TBC puede contribuir a este objetivo al mejorar la eficiencia, transparencia y seguridad en la gestión de datos educativos, registros académicos y procesos de certificación.
2. Fortalecimiento de la transparencia en la gestión pública. La TBC puede ser utilizada para crear registros públicos inmutables y transparentes de diplomas, certificados y otros documentos académicos, combatiendo la falsificación y mejorando la confianza en los procesos de verificación de titulaciones.
3. Participación ciudadana en la gestión pública. La TBC puede facilitar la participación de estudiantes, docentes y personal administrativo en la toma de decisiones en las universidades, creando sistemas de gobernanza descentralizada y más transparentes.
4. Protección de datos personales. La TBC puede contribuir a la protección de datos en el ámbito educativo al proporcionar un registro seguro y descentralizado de información personal, permitiendo a los estudiantes controlar el acceso y uso de sus datos.
5. Fomento de la innovación y el desarrollo tecnológico. La TBC tiene un gran potencial para transformar la educación universitaria, y la Ley de Infogobierno busca fomentar la investigación y el desarrollo de soluciones innovadoras basadas en blockchain para el sector educativo.
6. Establece mecanismos para el apoyo a la creación de empresas de base tecnológica. La Ley de Infogobierno puede facilitar la creación de startups que desarrollen soluciones educativas basadas en blockchain, impulsando el emprendimiento y la innovación en este ámbito.

Cuadro 7

Acercamiento a un marco legal para implantar blockchain en las universidades.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Marco Legal** | **Aspectos Relevantes** | **Implicaciones para Blockchain** |
| **Constitución de la República Bolivariana de Venezuela** | Artículo 108: Incorporación de nuevas tecnologías. Artículo 110: Interés público de la ciencia y tecnología. | Establece la base constitucional para la adopción de tecnologías innovadoras como blockchain en la educación. |
| **Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación (LOCTI)** | Promueve la investigación y el desarrollo en áreas prioritarias, incluidas las TIC. | Facilita la investigación y el desarrollo de aplicaciones blockchain en el ámbito educativo. |
| **Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (PNCTI)** | Destaca la importancia de las TICs. | Establece un marco estratégico que puede apoyar la adopción de blockchain. |
| **Plan de la Patria** | Reconoce la importancia de la ciencia, tecnología e innovación. | Promueve la transferencia tecnológica y la innovación, lo que alinea con el desarrollo de soluciones basadas en blockchain. |
| **Superintendencia de Criptoactivos** | Reconoce blockchain como tecnología subyacente de contabilidad distribuida. | Brinda un marco regulatorio para las criptomonedas, lo que puede facilitar la adopción de blockchain en diversos sectores, incluyendo la educación. |
| **Ley de Infogobierno** | Promueve el uso de las TICs para fortalecer y modernizar el proceso educativo. | Establece un marco legal para la adopción de tecnologías como blockchain en la gestión pública y educativa. |

En suma, el Cuadro 7 muestra que la legalidad en cuanto a la aplicabilidad de la TBC queda sujeta al marco legal que rige a la ciencia, las tecnologías y la innovación, bajo políticas de sostenibilidad, desarrollo y seguridad nacional. Todavía es necesario establecer un marco legal y regulatorio específico para la TBC en la educación universitaria venezolana. Este marco debería considerar las características únicas de esta tecnología y su potencial impacto en el sector educativo. Esto significa que cada universidad debe desarrollar sus propias políticas y procedimientos en relación a la TBC para su implementación y uso responsable. El desarrollo de este marco legal y regulatorio debería ser un proceso participativo que involucre a todos los actores relevantes, incluyendo universidades, estudiantes, docentes, empresas y el gobierno.

Por último, se puede decir que en Venezuela la aplicabilidad de la TBC en la educación universitaria se encuentra en etapas tempranas de desarrollo. Pero, algunas universidades venezolanas han comenzado ya a explorar su uso para diversos fines, como la emisión de diplomas digitales, la gestión de registros académicos y la investigación, mediante programas de formación[[14]](#footnote-15) y centros de investigación en esta materia (Hernández, 2019).

### 4.1.3. Costo asociado a la implementación de la TBC en el campo académico.

La implementación de la TBC en la universidad puede verse comprometida por razones económicas, poniendo en riesgo su aplicabilidad desde un punto de vista práctico y financiero. En tal sentido, la universidad debe considerar los costos asociados a la TBC cuidadosamente antes de decidir su adopción. Una forma de medir esto es por medio del indicador *Presupuesto* que ha sido definido en la Matriz de Codificación del Cuadro 3. Sin embargo, conseguir un aproximado de los costos asociados con la implementación de la TBC en la UNEG es un verdadero desafío debido a la variabilidad de los factores involucrados, dado que estos pueden cambiar significativamente dependiendo de la escala de implementación, características deseadas, el contexto local y las regulaciones aplicables. De cualquier modo, estos factores representan recursos a considerar en el ecosistema blockchain, los cuales se exponen a continuación:

1. Infraestructura y desarrollo:

*Adquisición de hardware y software*: La implementación de blockchain requiere hardware y software específicos para ejecutar la red y almacenar los datos en la cadena de bloques. Estos costos pueden variar dependiendo de la escala de la implementación y las características deseadas.

*Desarrollo de aplicaciones*: Se requiere desarrollar aplicaciones personalizadas para interactuar con la cadena de bloques y brindar las funcionalidades deseadas a los usuarios, como la emisión de diplomas digitales o la gestión de registros académicos. Estos costos dependen de la complejidad de las aplicaciones y la experiencia del equipo de desarrollo.

*Mantenimiento y soporte*: La infraestructura y las aplicaciones basadas en blockchain requieren mantenimiento y soporte técnico continuo para garantizar su correcto funcionamiento y seguridad. Estos costos incluyen actualizaciones de software, resolución de problemas y atención al usuario.

1. Requerimientos energéticos:

*Consumo de energía*: La TBC, especialmente en su modalidad de Prueba de Trabajo (PoW), consume una cantidad significativa de energía para validar transacciones y asegurar la red. Este consumo de energía se traduce en costos de electricidad que deben ser considerados.

*Soluciones de energía renovable*: Para mitigar el impacto ambiental del consumo energético y promover la sostenibilidad, se pueden implementar soluciones de energía renovable, como paneles solares o turbinas eólicas, para alimentar la infraestructura blockchain. Estos costos varían según la tecnología y la escala de la implementación.

1. Seguridad:

*Medidas de seguridad*: Implementar medidas de seguridad robustas para proteger la red blockchain, los datos y las aplicaciones es crucial para prevenir ataques cibernéticos y garantizar la integridad del sistema. Estas medidas pueden incluir cifrado de datos, auditorías de seguridad y monitoreo constante.

1. Capacitación y formación:

*Capacitación del personal*: El personal universitario, incluyendo docentes, administradores y personal técnico, debe ser capacitado en el uso y comprensión de la TBC para su efectiva implementación y gestión. Estos costos incluyen cursos, talleres y materiales de capacitación.

*Sensibilización de la comunidad*: Es importante sensibilizar a la comunidad universitaria, incluyendo estudiantes, padres y representantes, sobre los beneficios, riesgos y responsabilidades asociados al uso de blockchain en la universidad. Estos costos pueden incluir campañas informativas, talleres y eventos de divulgación.

1. Aspectos legales y regulatorios:

*Asesoría legal*: Se requiere asesoría legal para comprender las regulaciones existentes y potenciales relacionadas con la TBC en el ámbito educativo. Estos costos incluyen consultas legales, revisión de contratos y cumplimiento normativo.

*Auditorías legales*: Es posible que se necesiten auditorías legales para garantizar que la implementación de blockchain se adhiere a las leyes y regulaciones aplicables. Estos costos dependen del alcance de la auditoría y la complejidad de la normativa.

1. Investigación y desarrollo:

*Investigación de nuevas aplicaciones*: La TBC está en constante evolución, y la universidad puede invertir en investigación y desarrollo para explorar nuevas aplicaciones y casos de uso en el ámbito educativo. Estos costos incluyen la contratación de investigadores, la adquisición de equipos y la participación en proyectos de investigación.

*Desarrollo de estándares y protocolos*: La universidad puede contribuir al desarrollo de estándares y protocolos para la implementación de blockchain en la educación, lo que puede generar costos de participación en consorcios, conferencias y actividades de colaboración.

A partir de la categorización hecha y la visión ampliada de los factores involucrados, ahora se puede dar respuesta (aunque solo sea estructural) a la preparación del presupuesto que se deberá considerar al momento de implementar la TBC. Para ello, se elaboró una *Estructura de Desglose de Trabajo o EDT*, una herramienta fundamental en la gestión de proyectos que permite descomponer un proyecto complejo en tareas más pequeñas y manejables. El procedimiento consiste en definir el objetivo principal del proyecto, crear el primer nivel o fase entregable, añadir niveles más detallados, asignar recursos y por último estimar el tiempo y costos requeridos para completar cada tarea. A continuación, se presenta un ejemplo de cómo podría estructurarse una EDT para el proyecto de implantar la TBC en la UNEG:

1. **Análisis y Diseño**
   1. *Análisis de los procesos actuales:*
      1. Identificar los procesos académicos que podrían beneficiarse de blockchain.
      2. Mapear los flujos de trabajo actuales.
      3. Evaluar los datos existentes y su formato.
   2. *Diseño de la arquitectura blockchain:*
      1. Seleccionar la plataforma blockchain más adecuada.
      2. Diseñar la estructura de datos en la blockchain.
      3. Definir los contratos inteligentes necesarios.
   3. *Diseño de la interfaz de usuario:*
      1. Diseñar la interfaz para los usuarios finales (estudiantes, profesores, personal administrativo).
      2. Definir los permisos y roles de acceso.
2. **Desarrollo**
   1. *Desarrollo de los contratos inteligentes:*
      1. Codificar los contratos inteligentes en el lenguaje de programación seleccionado.
      2. Implementar la lógica de negocio de los procesos.
   2. *Desarrollo de la interfaz de usuario:*
      1. Desarrollar la interfaz frontend utilizando las tecnologías web adecuadas.
      2. Integrar la interfaz con la blockchain.
   3. *Desarrollo de la infraestructura:*
      1. Configurar los nodos de la blockchain.
      2. Implementar las medidas de seguridad necesarias.
3. **Pruebas**
   1. *Pruebas unitarias:*
      1. Probar cada componente de forma individual.
   2. *Pruebas de integración:*
      1. Probar la interacción entre los diferentes componentes.
   3. *Pruebas de usuario:*
      1. Involucrar a los usuarios finales para obtener feedback.
4. **Implementación**
   1. *Migración de datos:*
      1. Migrar los datos existentes a la nueva plataforma blockchain.
   2. *Capacitación de usuarios:*
      1. Capacitar a los usuarios en el uso de la nueva plataforma.
   3. *Lanzamiento:*
      1. Poner en marcha la plataforma de manera gradual.
5. **Mantenimiento y Soporte**
   1. *Monitoreo:*
      1. Monitorear el rendimiento de la plataforma.
   2. *Mantenimiento:*
      1. Realizar actualizaciones y correcciones de errores.
   3. *Soporte técnico:*
      1. Brindar soporte a los usuarios.

Finalmente, considerando los factores asociados a la implantación y la estructura obtenida mediante la herramienta EDT, se presenta en el Cuadro 8 una propuesta inicial de asignación presupuestaria para la implementación de la TBC en la UNEG.

Cuadro 8

Propuesta de un presupuesto de implementación de la TBC.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Fase | Subfase | Porcentaje aproximado | Justificación |
| Análisis y Diseño | Análisis de procesos actuales | 15% | Requiere un análisis profundo de los procesos existentes. |
|  | Diseño de la arquitectura blockchain | 20% | Diseño de la base tecnológica del proyecto. |
|  | Diseño de la interfaz de usuario | 5% | Diseño de la experiencia del usuario. |
| Desarrollo | Desarrollo de contratos inteligentes | 25% | Corazón del proyecto, requiere alta especialización. |
|  | Desarrollo de la interfaz de usuario | 10% | Desarrollo de la parte visual del proyecto. |
|  | Desarrollo de la infraestructura | 10% | Configuración de la infraestructura tecnológica. |
| Pruebas | Pruebas unitarias, integración y usuario | 10% | Garantizar la calidad del producto final. |
| Implementación | Migración de datos, capacitación, lanzamiento | 5% | Puesta en marcha del proyecto. |

***Nota:*** Estos porcentajes son solo una estimación inicial y pueden variar según las características específicas del proyecto.

En conclusión, el primer objetivo de este trabajo de maestría, sobre la aplicabilidad de la TBC en el campo educativo, reúne suficientes argumentos a favor para considerar que su aplicación en la UNEG es viable. Sin embargo, al momento de asumir su implementación, deberá iniciar un proceso de consulta a los actores involucrados —comunidad unegista— para definir el marco legal propicio a la institución, además de un estudio de factibilidad económica que garantice los recursos financieros, humanos y materiales que se necesitan para la adopción de la TBC de forma eficiente.

## 4.2. Caracterización de la automatización de procesos académicos bajo la gestión de virtualización en la UNEG

En este apartado, se analiza el estado de automatización de algunos procesos académicos de la UNEG, en el marco de una gestión de virtualización implícita, coadyuvante a las responsabilidades departamentales de la institución y concordante a la misión y visión de la universidad. Aunque no existe una coordinación general, oficina o departamento de “*Gestión de Virtualización*” en la UNEG, ésta se ha venido haciendo de forma tácita a fin de alcanzar objetivos específicos alineados a las políticas universitarias obteniendo resultados tangibles, los cuales se ven reflejados en la automatización de diversos procesos y sistemas virtuales. Por ende, la automatización, entendida como el uso de tecnologías para ejecutar tareas o procesos recurrentes, es clave en la gestión de virtualización para aumentar la eficiencia, disminuir costos y agilizar tareas o procesos que devienen con el tiempo en otras de mayor complejidad.

En particular, los procesos universitarios son complejos, múltiples y variados. Entre estos, hemos llamado procesos académicos aquellos que permiten a la institución cumplir con su misión de formar profesionales y generar conocimiento. Así, un proceso académico es una secuencia de actividades relacionadas, que tienen un fin educativo, el cual puede ser de carácter administrativo, docente o de investigación.

### 4.2.1. Identificación de procesos académicos admisibles para la automatización.

Uno de los grandes retos a superar es identificar procesos que puedan ser automatizados mediante la TBC. Así que se comenzó por identificar procesos académicos de la UNEG que ya han sido automatizados (mediante tecnologías tradicionales) a fin de estudiar sus características desde tres enfoques complementarios: el Organizacional, el Tecnológico y el Pedagógico.

La UNEG tiene una estructura organizacional desplegada en dos subsistemas: el *Subsistema Académico* y el *Subsistema Administrativo*; sin embargo, el Artículo 10 del Reglamento General de la UNEG menciona que “…constituye un sistema articulado, coherente y dinámico, estructurado en subsistemas flexibles e integrados funcionalmente, cuya finalidad es el logro de los objetivos institucionales”. En consecuencia, los procesos académicos no están restringidos de manera única o exclusiva al Subsistema Académico. Por otra parte, la selección de los procesos ha de considera también el contexto universitario, los compromisos y los retos actuales de la institución[[15]](#footnote-16), tales como:

1. La UNEG busca reforzar la excelencia académica en un entorno competitivo y ***adaptarse a los cambios tecnológicos***.
2. Se busca formar profesionales con ética, responsabilidad social, ***espíritu creativo y capacidad para proponer soluciones***.
3. La ***integración institucional con otras universidades*** de la región es clave para el fortalecimiento académico.
4. La UNEG renueva sus ***lineamientos de investigación*** a través de programas de postgrado y mantiene actividades de extensión para la comunidad.
5. La universidad se compromete a enfrentar los retos de la ***evolución del sistema regional de universidades***.

Bajo estas premisas, para caracterizar la automatización de los procesos académicos, se decidió llevar a cabo el análisis exhaustivo bajo los tres enfoques complementarios mencionados con anterioridad, es decir, el organizacional, el tecnológico y el pedagógico, incluyendo una descripción general de las funciones y la instancia de adscripción a la que corresponden en la UNEG:

1. **Caracterización de los procesos académicos bajo un enfoque organizacional.**

En este grupo se tienen principalmente procesos administrativos. Se trata de encontrar tareas manuales y repetitivas que ocupan gran cantidad de tiempo al personal docente y administrativo. Bajo este enfoque se tienen procesos tales como los presentados en el Cuadro 9:

Cuadro 9

Matriz de análisis de los proceso académicos bajo el enfoque organizacional

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Proceso | Funciones | Adscripción UNEG |
| *Inscripción y admisión de estudiantes* | Automatización de formularios de solicitud, verificación de requisitos, asignación de cursos, generación de horarios. | Coord. de Admisión y Control de Estudios  Coord. de Finanzas  Proyectos de Carrera |
| *Gestión de matrículas* | Automatización de pagos, registro de cursos, generación de recibos y control de asistencia. |
| *Evaluación académica* | Automatización del registro de calificaciones, generación de informes de notas, envío de notificaciones a estudiantes y profesores. |

1. **Caracterización de los procesos académicos bajo un enfoque tecnológico.**

Este enfoque se centra en la implementación de herramientas tecnológicas para facilitar la comunicación, el acceso a la información y la colaboración entre estudiantes, profesores y personal administrativo. Algunos ejemplos de procesos automatizables desde el enfoque tecnológico son presentados en el Cuadro 10:

Cuadro 10

Matriz de análisis de los procesos académicos bajo el enfoque tecnológico

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Proceso | Funciones | Adscripción UNEG |
| *Enseñanza y aprendizaje en línea* | Automatización de la entrega de materiales de curso, la realización de evaluaciones y la comunicación con los estudiantes. | Unidad de Nuevas Tecnologías del Vicerrectorado Académico  Proyectos de Carrera  Unidad de Informática y Estadística |
| *Colaboración y comunicación virtual* | Automatización de la gestión de proyectos, la comunicación en equipo y la programación de reuniones. |
| *Gestión de información y estadísticas* | Automatización de la gestión de datos de estudiantes, profesores y cursos, así como la generación de informes y estadísticas. |

1. **Caracterización de los procesos académicos bajo un enfoque pedagógico.**

Este enfoque se centra en la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje mediante la utilización de herramientas tecnológicas. Se busca personalizar el aprendizaje, promover la interacción entre estudiantes y profesores, y fomentar el desarrollo de habilidades del siglo XXI. Entre los procesos automatizables en el enfoque pedagógico se tienen:

Cuadro 11

Matriz de análisis de los procesos académicos bajo el enfoque pedagógico

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Proceso | Funciones | Adscripción UNEG |
| *Tutoría inteligente personalizada* | Automatización de la evaluación del progreso de los estudiantes, la identificación de áreas de mejora y la provisión de retroalimentación personalizada. | Proyectos de Carrera  Proyectos de Postgrado  Coordinación de Currículo  Coordinación de Informática y Estadística  Centros de Investigación  Programas de Investigación y Desarrollo |
| *Aprendizaje adaptativo* | Automatización de la personalización del contenido del curso, las actividades de aprendizaje y el ritmo de aprendizaje en función de las necesidades individuales de cada estudiante. |
| *Aprendizaje mediante realidad virtual y aumentada* | Automatización de la creación de experiencias de aprendizaje inmersivas y simulaciones que permitan a los estudiantes aplicar sus conocimientos en entornos realistas. |
| *Aprendizaje por Gamificación* | Automatización de la creación de juegos y actividades educativas que motiven a los estudiantes y les permitan aprender de manera divertida. |

### 4.2.2. Automatización bajo la gestión de virtualización

Si bien, no existe una oficina de gestión de virtualización identificada como tal dentro de la estructura organizativa de la UNEG, su función se ha venido realizando a través de la Secretaría mediante la Coordinación de Informática y Estadística. Esta dependencia ha tenido a su cargo el desarrollo de los sistemas de información y el resguardo de la información con lo que se garantiza el funcionamiento actual de la institución.

Podría decirse que la UNEG cuenta con el apoyo tecnológico necesario en cada una de sus áreas de gestión y ejercicio operativo, a través de sistemas desarrollados a medida para automatizar y garantizar el perfecto funcionamiento de todos los procesos administrativos y académicos que realiza. La mayoría de estos sistemas están disponibles desde el Sitio web de la UNEG[[16]](#footnote-17) en la sección de “Sistemas en Línea” del menú principal, donde han sido clasificados bajo tres subtítulos: “ESTUDIANTILES”, “ACADÉMICOS” y “ADMINISTRATIVOS”.

Adicionalmente, el portal tiene las opciones de “Institución”, “Academia” y “Publicaciones” con enlaces a páginas web informativas y otros sistemas de gestión, catálogos de publicaciones del Fondo Editorial o consultas a la biblioteca, ofertas de carreras de pregrado y postgrado, entre otras. En particular, bajo la opción “Academia” se encuentra “Campus UNEG”, un sistema de gestión de aprendizaje en línea conocido mejor como la *Plataforma Uneg Virtual*, desarrollado con la herramienta educativa Moodle[[17]](#footnote-18), en donde se encuentran las aulas virtuales de la UNEG.

Puede afirmarse, sin lugar a dudas, que la *Uneg Virtual* es un espacio idóneo para la educación en línea, con herramientas didácticas que facilitan tanto presentar los contenidos educativos y su evaluación por el docente, como para el aprendizaje de los estudiantes. Este recurso didáctico y tecnológico a la vez, ha sido de gran importancia para que la institución haya podido mantener sus funciones a pesar de las deficiencias presupuestarias e incluso durante el período de la pandemia del coronavirus o la COVID-19[[18]](#footnote-19).

Como puede verse, la automatización bajo la gestión de virtualización está presente en la UNEG en acato de una visión universitaria austera y comprometida a alcanzar la eficiencia en el aprovechamiento de sus recursos en función de optimizar la efectividad del esfuerzo institucional. En tal sentido, la TBC debería ser considerada para el logro de estos objetivos dado que está aportando soluciones que muestran ventajas funcionales en la automatización de procesos respecto a la eficiencia, seguridad y transparencia de transacciones aplicables al ámbito educativo universitario.

## 4.3. Relación entre los elementos de la TBC y los procesos académicos de la UNEG.

Utilizar la TBC implica conocer sus alcances y limitaciones, requerimientos mínimos que determinarán la posibilidad de su uso o aplicación. Entonces, un buen inicio será identificar cuáles son sus elementos y entender algunos aspectos esenciales de su implementación, a objeto de poder encontrar relación con los procesos académicos de la UNEG y de cómo esta tecnología podría ser beneficiosa para automatizar procesos en la universidad.

### 4.3.1. Elementos de la TBC:

Como se detalló en el Marco Teórico (apartado 2.2.1, pp. 15-16), la TBC se sustenta en diversos componentes que interactúan para asegurar la integridad y trazabilidad de las transacciones. Si bien su funcionamiento integral es relevante, para el presente estudio se enfoca en tres pilares fundamentales: la cadena de bloques como estructura subyacente, el algoritmo de consenso como mecanismo de validación y los contratos inteligentes como herramientas para automatizar procesos. Estos elementos resultan particularmente relevantes para explorar las aplicaciones de la blockchain en el ámbito académico.

*Cadena de bloques (Blockchain)*

Imaginar una base de datos que se replica en miles de computadoras alrededor del mundo, donde cada registro (o bloque) está vinculado al anterior de forma criptográfica, puede ser un reto. Sin embargo, esta es la esencia de una cadena de bloques. A continuación, se mencionan algunas características clave y de relevancia para la educación:

1. *Inmutabilidad:* Una vez que un dato se registra, es prácticamente imposible alterarlo, garantizando la transparencia y la integridad de los registros académicos.
2. *Descentralización:* No existe un punto central de control, lo que la hace resistente a ataques y fallas.
3. *Transparencia:* Todos los participantes pueden ver el historial de transacciones, lo que fomenta la confianza.

*Algoritmo de consenso*

Un algoritmo de consenso es un conjunto de reglas que permiten a todos los nodos de una red blockchain llegar a un acuerdo sobre el estado actual de la cadena, agregando un nuevo bloque que se ha validado mediante algoritmos criptográficos. Es como un sistema de votación distribuido que asegura que todos estén de acuerdo sobre qué transacciones son válidas y deben ser añadidas al siguiente bloque. Es importante para la educación en cuanto a:

1. *Seguridad:* Garantiza que los datos académicos sean seguros y estén protegidos contra fraudes o alteraciones.
2. *Confianza:* Fomenta la confianza en los sistemas académicos al asegurar la transparencia y la integridad de los procesos.

*Contratos inteligentes*

Un contrato inteligente es un programa autoejecutable con las condiciones del acuerdo directamente escritas en líneas de código y almacenado en la blockchain. Cuando se cumplen ciertas condiciones, el contrato se ejecuta automáticamente. Sus aplicaciones en la educación pueden incluir:

1. *Automatización de procesos:* Simplificación de tareas administrativas como la matriculación, la evaluación y la emisión de certificados.
2. *Titulación automática:* Emisión de títulos universitarios de forma automática al cumplirse los requisitos académicos.
3. *Micropagos:* Facilitar pagos por contenidos educativos o servicios específicos.

En resumen, la cadena de bloques, los algoritmos de consenso y los contratos inteligentes ofrecen un marco sólido para automatizar procesos académicos, mejorar la seguridad y la transparencia, y crear un ecosistema educativo más eficiente y confiable.

### 4.3.2. Beneficios que ofrece la TBC

Los elementos de la TBC son clave para que ésta sea robusta, segura y transparente en un entorno virtual y de acceso público e ilimitado como Internet, proporcionándole características únicas de gran valor frente a otras tecnologías existentes. Así pues, la TBC ofrece los siguientes beneficios:

*Descentralización*: La información se distribuye en una red de computadoras, eliminando la necesidad de un servidor central. Esto hace que el sistema sea más resistente a ataques y fallos.

*Inmutabilidad*: Una vez que un dato se registra en la blockchain, es prácticamente imposible alterarlo. Cada bloque contiene un hash del bloque anterior, creando una cadena inmutable de registros.

*Transparencia*: Todas las transacciones son visibles para todos los participantes de la red, lo que aumenta la transparencia y la confianza.

*Seguridad*: La criptografía asegura la integridad de los datos y la identidad de los usuarios.

### 4.3.3. Procesos académicos que pueden ser automatizados mediante la TBC

La aplicación de la TBC en la educación superior, específicamente en la UNEG, busca optimizar procesos académicos mediante la automatización de tareas a través de contratos inteligentes. Para identificar los procesos más adecuados, es fundamental alinearlos con la misión institucional y priorizar aquellos que promuevan la eficiencia, transparencia y una mejor experiencia educativa.

El análisis realizado en base a investigaciones previas y experiencias acumuladas (apartados 2.1 y 2.2.5) relaciona distintos procesos académicos con los elementos señalados fundamentales de esta tecnología (apartado 4.3.1) para proporcionar ejemplos de posibles aplicaciones. El resultado obtenido se presenta en el Cuadro 12 donde se muestra una matriz de procesos académicos que pueden ser automatizados:

Cuadro 12

Matríz de procesos académicos que pueden ser automatizados mediante la TBC y su correspondencia con los elementos fundamentales de dicha tecnología.

| Elemento de la tecnología BC | Proceso académico | Aplicación |
| --- | --- | --- |
| Cadena de Bloques | Gestión de Identidad y Credenciales | Almacenamiento seguro y verificable de títulos, certificados y  equivalencias académicas. | |
| Creación de identidades digitales únicas para estudiantes, profesores  y personal administrativo. | |
| Verificación de la autenticidad de credenciales y prevención del  fraude. | |
| Historial Académico Inmutable | Registro detallado y transparente del desempeño académico de los estudiantes a lo largo de su trayectoria. | |
| Trazabilidad de logros, calificaciones, certificaciones y titulaciones. | |
| Reconocimiento de aprendizajes obtenidos en diversos entornos. | |
| Financiamiento Educativo | Gestión transparente de becas, donaciones y pagos. | |
| Posibilidad de utilizar criptomonedas para transacciones universitarias. | |
| Algoritmos de Consenso | Gestión de registros académicos y la emisión de certificados. | Los algoritmos de consenso son la garantía del alto nivel de seguridad y confianza que se tiene sobre el estado de la red blockchain.  Esta característica fundamental hace que la TBC sea adecuada para la mayoría de las aplicaciones educativas incluyendo la gestión de títulos y certificaciones oficiales. | |
| Contratos Inteligentes | Personalización de la Experiencia Educativa | Creación de planes de estudio personalizados. Construcción de la ruta de aprendizaje personalizada. | |
| Seguimiento automático del progreso académico de los estudiantes. | |
| Automatización de Procesos Administrativos | Gestión de matrículas, pagos, becas y ayudas financieras. | |
| Automatización de la evaluación y calificación de asignaturas. | |
| Gestión de la investigación, incluyendo la protección de la propiedad intelectual. | |
| Gestión de la Identidad Digital | Creación y gestión de identidades digitales seguras para todos los miembros de la comunidad universitaria. | |
| Autenticación y autorización de acceso a sistemas y recursos universitarios | |

## 4.4. Lineamientos metodológicos para la automatización de procesos académicos por medio de la TBC en la UNEG

Un aspecto fundamental de esta investigación ha sido analizar la aplicabilidad de la TBC a los procesos académicos de la UNEG. Dada la diversidad de procesos administrativos, académicos y de investigación, es crucial determinar si blockchain puede adaptarse a las características específicas de cada uno. Este análisis previo es indispensable para garantizar una implementación exitosa de esta tecnología en la gestión de la virtualización universitaria.

Según Hunhevicz y Hall (2020), la mayoría de las aplicaciones actuales de blockchain comparten el objetivo de mejorar la transparencia y la eficiencia de los procesos. Para facilitar la toma de decisiones sobre la implementación de esta tecnología, los autores presentan un diagrama de flujo que, a partir de las necesidades específicas de cada sistema, recomienda el uso de blockchain y el tipo más adecuado. Este tipo de herramienta, común en la literatura, resulta de gran utilidad para evaluar la viabilidad de blockchain en diferentes contextos (D. Luque Lodeiro, 2020).

En este orden de ideas, a partir del diagrama de Hunhevicz, & Hall, y bajo la premisa de considerar los procesos académicos como subsistemas por sí mismos (componentes de un sistema mayor: el sistema educativo) se elaboró el diagrama mostrado en la Figura 4, para evaluar si la TBC resulta adecuada para automatizar un proceso académico de la UNEG. Este diagrama muestra una secuencia de cinco preguntas clave que servirán de guía para tomar la decisión de aplicar o no la TBC (TBC) y en caso afirmativo sugiere si el tipo de Blockchain debería ser pública, privada o híbrida.

Figura 4

Diagrama de actividad para determinar sí la Tecnología Blockchain es adecuada para implementar la automatización de un proceso académico.

1

2

3

4

TBC ⚠

¿Necesita transparencia y trazabilidad de los datos?

¿Necesita eliminar intermediarios y reducir costos?

¿Necesita seguridad y confiabilidad de los datos?

¿Necesita alta escalabilidad y capacidad de procesamiento?

TBC ✔

BC privada o híbrida

5

¿Necesita un modelo de gobernanza descentralizado?

BC pública

La Tecnología Blockchain (TBC) no es una buena opción

Sí

No

No

No

No

No

Sí

Sí

Sí

Sí

*Nota.* La figura muestra un diagrama de flujo, conocido también como diagrama de actividad en el estándar UML. Adaptado de Hunhevicz, J., & Hall, M. (2020), citado en D. Luque Lodeiro, R. (2020), p. 70.

El diagrama de la Figura 4 debe interpretarse de la siguiente forma:

1. ¿El proceso necesita mejorar la transparencia y la trazabilidad de los datos?

* Si la respuesta es afirmativa: Continúa con el paso 2.
* Pero, si la respuesta es No, entonces: La TBC no es una buena opción para automatizar el proceso y se debe descartar.

1. ¿El proceso necesita eliminar intermediarios y reducir costos?

* Sí: Continúa con el paso 3.
* No: La TBC no es una buena opción a considerar.

1. ¿Tu proceso necesita mejorar la seguridad y la confiabilidad de los datos?

* Sí: Continúa con el paso 4.
* No: La TBC no es una buena opción.

1. ¿Tu sistema necesita alta escalabilidad y capacidad de procesamiento?

* Sí: Continúa con el paso 5.
* No: La TBC no es una buena opción para el proceso.

1. ¿Tu sistema necesita un modelo de gobernanza descentralizado?

* Sí: La TBC es una buena opción para la automatización del proceso. Considérese una blockchain pública.
* No: La TBC es una buena opción para el proceso. Considérese una blockchain privada o híbrida.

Resumiendo, Si se responde "Sí" a todas las preguntas, la TBC es una buena opción y se considera adecuada para la automatización del proceso. Por lo tanto, se recomienda considerar una blockchain pública. Si se responde "Sí" a las primeras 4 preguntas solamente, la TBC es una buena opción a considerar también y se recomienda considerar una blockchain privada o híbrida. Pero, si se responde "Sí" a 3 o menos preguntas, la TBC no se considera una buena opción.

### 4.4.1. Metodología propuesta para la automatización de procesos académicos con Blockchain en la UNEG

Plantear una metodología para la automatización de procesos académicos mediante blockchain es la síntesis de un conjunto de consideraciones generales del contexto universitario, orientadas a mejorar la operatividad y desempeño de sus funciones. La implantación de esta tecnología requiere de una secuencia de pasos bien definidos, los cuales se presentan a continuación:

Paso 1. Análisis Inicial y Diagnóstico:

1. *Identificación de los procesos*: Realizar un mapeo exhaustivo de los procesos académicos actuales en la UNEG, identificando aquellos que presentan mayores oportunidades de mejora y que se alinean con los objetivos estratégicos de la institución.
2. *Evaluación de los procesos*: Analizar cada proceso en términos de eficiencia, transparencia, seguridad y costo.
3. *Identificación de los puntos débiles*: Determinar las áreas donde existen mayores desafíos y oportunidades de mejora.

En relación a este primer paso, el apartado 4.2.1 caracteriza a los procesos académicos desde los enfoques organizacional, tecnológico y pedagógico y presenta una guía de aquellos que serían demandantes para la automatización con blockchain. Adicionalmente, en el apartado 4.3.3 se podrá encontrar una referencia organizada de procesos académicos en base a funciones específicas del ámbito universitario.

La evaluación de los procesos, estimación de los costos de implantación de la tecnología (apartado 4.1.3) y determinación de puntos débiles será una tarea laboriosa, pero necesaria, que implica la participación directa de estudiantes, profesores y/o personal administrativo (dependiendo del caso). Dependerá también de la autoridad encargada —consejos administrativos y académicos— y del presupuesto asignado.

Paso 2. Diseño de la Solución Blockchain:

1. *Selección de la plataforma blockchain*:Evaluar las diferentes plataformas blockchain disponibles (pública, privada, híbrida) y seleccionar la que mejor se adapte a las necesidades de la UNEG.
2. *Diseño de la arquitectura:* Definir la arquitectura de la solución, incluyendo los nodos, los contratos inteligentes y los mecanismos de consenso*.*
3. *Desarrollo de los contratos inteligentes:* Crear los contratos inteligentes que automatizarán las diferentes tareas dentro de los procesos seleccionados*.*

En este segundo paso, será útil revisar el diagrama de la Figura 4 (del apartado 4.4) con el cual se puede evaluar si la TBC resulta apropiada para automatizar un proceso académico y la plataforma blockchain conveniente para el caso. A continuación, se deberá definir el hardware (número de nodos, computadoras que tendrán acceso a la blockchain) y el software (p.e., la red Ethereum, el protocolo de consenso, los contratos inteligentes, los monederos digitales y la interfase de usuario) que soportarán el diseño de la arquitectura elegida.

Paso 3. Implementación:

1. *Desarrollo del prototipo*: Desarrollar un prototipo de la solución para validar la funcionalidad y realizar pruebas.
2. *Integración con sistemas existentes*: Integrar la solución blockchain con los sistemas de información existentes en la universidad.
3. *Capacitación del personal*: Capacitar al personal involucrado en el uso y mantenimiento de la nueva plataforma. Por ejemplo, cursos sobre conceptos básicos de la tecnología (sobre qué es blockchain, criptografía, tipos y aplicaciones); entrenamiento en el uso de plataformas como Ethereum, Hyperledger Fabric (para enseñar a configurar redes privadas, crear canales y desarrollar aplicaciones de cadena de bloques); enseñanza del lenguajes de programación como Solidity para Ethereum, uso de APIs para interactuar con blockchain y obtener datos; estudio de los frameworks disponibles para facilitar el desarrollo de aplicaciones de blockchain; cursos en seguridad informática, gestión y mantenimiento de nodos, lógica de los algoritmos de consenso, escalabilidad, entre otros.

El desarrollo de software en la actualidad, utiliza metodologías ágiles sobre un diseño incremental en el que se parte de un prototipo o solución básica inicial, a fin de ser probada y validada directamente por el usuario final. Durante la prueba se busca integrar en nuevo sistema a los ya existentes al tiempo que se capacita el personal involucrado en su operación.

Paso 4. Puesta en marcha y prueba piloto:

1. *Implementación gradual*: Implementar la solución de forma gradual, comenzando con un proceso piloto. Por ejemplo, sería interesante apoyar la propuesta del nuevo currículo, en relación al pensum personalizado, registrando en una blockchain el historial de cada estudiante, en base al proceso de “Aprendizaje adaptativo” del enfoque pedagógico.
2. *Monitoreo y evaluación*: Monitorear el desempeño de la solución y evaluar su impacto en los procesos académicos.

El cambio o sustitución de los sistemas vigentes por los de la nueva tecnología requieren de la aceptación por parte de operadores y usuarios, por lo que debe realizarse de forma progresiva y segura. De tal forma que será fundamental disponer de sistemas de respaldo local y en la nube[[19]](#footnote-20), así como de un plan de contingencia que permita revertir cualquier inconsistencia en el manejo de la información.

Paso 5. Escalado y adopción:

1. *Expansión*: Ampliar la implementación a otros procesos académicos.
2. *Adopción a gran escala*: Fomentar la adopción de la solución por parte de toda la comunidad universitaria.

Blockchain representa un cambio de paradigma para la UNEG porque desafía los modelos tradicionales de desarrollo de sistemas informáticos al ofrecer un enfoque más descentralizado, seguro, transparente y automatizado. Su implementación hace posible la automatización de innumerables procesos, pero de la comunidad universitaria dependerá el avance de su adopción.

Paso 6. Mantenimiento y actualización:

1. *Mantenimiento*: Establecer un plan de mantenimiento para garantizar el correcto funcionamiento de la solución a largo plazo.
2. *Actualizaciones*: Realizar actualizaciones periódicas para incorporar nuevas funcionalidades y mejoras.

Como en todo sistema habrá que monitorear sus funciones y hacer correcciones a medida que surgen incongruencias. De igual modo, nuevas solicitudes de servicio o prestaciones no incorporadas deberán ser consideradas en actualizaciones oportunas requeridas.

A manera de Corolario

1. *Elementos Clave a Considerar en la Metodología*
2. Participación de todos los actores: Involucrar a profesores, estudiantes, personal administrativo y autoridades universitarias en todas las etapas del proyecto.
3. *Gestión del cambio*: Implementar un plan de gestión del cambio para facilitar la adaptación de la comunidad universitaria a la nueva tecnología.
4. *Seguridad y privacidad*: Garantizar la seguridad y privacidad de los datos almacenados en la blockchain.
5. *Escalabilidad*: Diseñar una solución que pueda escalar para atender el crecimiento de la universidad.
6. *Sostenibilidad*: Asegurar la sostenibilidad de la solución a largo plazo, tanto en términos técnicos como económicos.
7. *Consideraciones Adicionales para la UNEG*

La implementación exitosa de una solución blockchain en la UNEG requiere una evaluación exhaustiva desde diversas perspectivas. El Cuadro 13, presentado a continuación, desglosa los puntos adicionales que deben ser considerados por cada instancia universitaria involucrada en el proceso de toma de decisiones. Esta distribución de responsabilidades garantiza que todos los aspectos, desde la viabilidad técnica hasta la adecuación legal y cultural, sean abordados de manera integral. De esta forma, se asegura que la decisión de adoptar esta tecnología sea informada y se minimicen los riesgos asociados a su implementación.

Cuadro 13

Distribución de responsabilidades en la adopción de la TBC

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Instancia universitaria | Puntos a considerar | Descripción |
| Dirección de Informática y Coordinación de Informática y Estadística | Análisis de la infraestructura tecnológica | Evaluar si la infraestructura tecnológica actual de la UNEG es compatible con la implementación de una solución blockchain. |
| Consultoría Jurídica | Marco legal y regulatorio | Analizar el marco legal venezolano y las regulaciones universitarias aplicables a la implementación de esta tecnología. |
| Consejo Universitario | Cultura organizacional | Evaluar la cultura organizacional de la UNEG y su disposición a adoptar nuevas tecnologías. |

Por último, como bien lo dijo Steve Jobs:

*"La única manera de hacer un gran trabajo es amar lo que haces."*

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## Conclusiones

En su desarrollo, Blockchain aún se encuentra en una etapa temprana, donde está ensayando aplicaciones exploratorias en diversas áreas, y particularmente en la educación. Los avances alcanzados aún son discretos en comparación a la prospectiva que existe en cuanto a su uso o aplicación. Principalmente, dirigiendo los esfuerzos al fortalecimiento de la parte instrumental de las instituciones, aún dentro de un sistema educativo tradicional, formal y centralizado. Dejando de lado posibles usos a nivel sustancial del proceso de enseñanza-aprendizaje, o aquellos que puedan poner en riesgo la gobernanza de la institucionalidad educativa.

El análisis documental destaca el potencial de la TBC en procesos académicos, iniciando por aquellos de tipo administrativos donde la automatización ayudaría a mejorar la eficiencia, la eficacia y accesibilidad, tal sería en el caso de la verificación de identidad o la emisión y validación de certificados, entre otros. Sin embargo, para los procesos docentes, como la enseñanza y la evaluación, puede requerir un mayor tiempo en su adopción (Bellomo, 2020).

Las universidades están reconociendo el potencial transformador de la TBC para la sociedad y se ha comenzado a estudiar su aplicación en el área educativa con el fin de desarrollar entorno más colaborativos e interconectados. Tal es el caso del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) con el proyecto Blockcerts; El proyecto OpenBlockchain de la Open University, Reino Unido; La Universidad Internacional de la Rioja (UNIR), España, con una iniciativa denominada CertiBlock para aplicar el Blockchain al ámbito académico; y la Universidad de Nicosia (UNIC), la cual es la primera institución en aceptar Bitcoin para el pago de matrículas, además de ofrecer cursos sobre criptomonedas entre otros. (Hernández, 2019).

La aplicabilidad de la TBC en la educación universitaria venezolana es un tema prometedor con un gran potencial. Sin embargo, es necesario establecer un marco legal regulatorio y claro para su desarrollo e implementación efectiva. En la actualidad, este marco legal específico al sector universitario, no se ha definido completamente, lo cual genera incertidumbre para las universidades que desean implementar dicha tecnología.

La automatización de procesos académicos en la universidad no se limita a un solo enfoque, sino que debe abordarse de manera integral, considerando los aspectos organizacionales, tecnológicos y pedagógicos. La implementación efectiva de la automatización puede generar beneficios significativos para la institución, como la mejora de la eficiencia, la eficacia y la calidad de la educación, la reducción de costos operativos, la satisfacción de los estudiantes y el fortalecimiento de la competitividad de la universidad.

## Recomendaciones finales

La implantación de la TBC en la UNEG con la finalidad de automatizar procesos académicos conlleva a que se pueda contar con personas especializadas en dicha tecnología, capaces de evaluar su utilidad y alcance, además de conocer sobre la ingeniería del software requerido. Por otra parte, se debe tener la infraestructura de red adecuada y los equipos o hardware necesario, instalados y configurados correctamente.

Dado que la universidad, no solo es una institución de enseñanza, sino que es un centro de investigación y generadora de conocimientos, se hacen las siguientes recomendaciones:

1. Incorporar la enseñanza de la TBC en la malla curricular como asignatura electiva del proyecto de carrera de Ingeniería en Informática.
2. Crear la Línea de Investigación en aplicaciones de Blockchain a nivel de postgrado, además de una oficina de asesoría sobre la materia dirigida al sector industrial y empresarial a fin de obtener recursos complementarios para la institución.
3. Promover y apoyar Proyectos de Trabajo de Grado sobre automatización de procesos académicos en la UNEG mediante el uso de la TBC a nivel de pregrado.

Es importante destacar que la automatización no debe reemplazar la interacción humana, sino complementarla y potenciarla. Las herramientas tecnológicas deben utilizarse para apoyar y mejorar el trabajo de los profesores y el aprendizaje de los estudiantes, no para sustituirlos.

La clave para una implementación exitosa de la automatización en la universidad radica en una planificación cuidadosa, una selección adecuada de las herramientas tecnológicas y una capacitación adecuada del personal académico y administrativo.

Finalmente, se deja algunas sugerencias de líneas de investigación para futuros trabajos de grado:

1. Viabilidad de aplicación de la TBC al sistema educativo. Aunque se tenga certeza en cuanto a la aplicabilidad de esta tecnología en la educación, un alto índice de proyectos fracasa al relacionar los criterios de aplicabilidad y viabilidad que deben ser tomados en cuenta para la puesta en práctica efectiva de los proyectos basados en blockchain. Según Valls, R. (2020), “A nivel general, blockchain puede presentar grado de aplicación prácticamente infinito. Sin embargo, una vez se comprende y analiza la vertiente técnica se comienzan a vislumbrar las principales problemáticas a la hora de aplicar dicha tecnología a sectores como la educación” (p. 209), comprometiendo de este modo la aplicabilidad de la TBC en el sector educativo.
2. Establecer el marco legal regulatorio adecuado para la aplicación de la TBC en instituciones universitarias.
3. Análisis de cultura universitaria, las finanzas y los procesos burocráticos bajo el trasfondo de la TBC y sus alcances.
4. Autoría y control universitario sobre trabajos de tesis protegidos y gestionados bajo Tokens No Fungibles (NFT).
5. Apertura de proyectos de carreras en Ingeniería Blockchain al igual que en Inteligencia Artificial y otras tecnologías emergentes que están siendo demandadas en este siglo.
6. Aunque no se tenga un entorno donde la TBC esté implementada, existe la posibilidad de crear un modelo teórico o realizar una simulación que demuestre cómo funcionarían los procesos académicos con la TBC trabajando. Esto podría ser una forma de mostrar el potencial de sus beneficios.

# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arias, F. G. (2012). El Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica (6a ed.). Caracas, Venezuela: Editorial Episteme.

Asamblea Nacional Constituyente (1999, diciembre 30). Constitución de la República Bolivariana de Venezuela 1999. *Gaceta oficial de la República Bolivariana de Venezuela, N°5.453.* [Extraordinaria] del 24 de marzo de 2000. Recuperado de https://www.saren.gob.ve/wp-content/themes/wordpress\_saren\_theme/ descargas/GO-24032000-5453.pdf [Consultado: 2023, septiembre 27].

Asamblea Nacional Constituyente (2018, abril 9). Decreto Constituyente sobre Criptoactivos y la Criptomoneda Soberana Petro. *Gaceta oficial de la República Bolivariana de Venezuela, N°6.370.* [Extraordinaria] (de la misma fecha). Recuperado de http://www.traviesoevans.com/memos/2018-04-09-6370-extraordinario-Decreto-Criptomoneda.pdf [Consultado: 2023, septiembre 27].

Asamblea Nacional Constituyente (2019, enero 30). Decreto Constituyente sobre el Sistema Integral de Criptoactivos. *Gaceta oficial de la República Bolivariana de Venezuela, N°41.575.* [Ordinaria] (de la misma fecha). Recuperado de http://www.minci.gob.ve/wp-content/uploads/2019/01/Gaceta-Oficial-Decreto -Constituyente-sobre-el-Sistema-Integral-de-Criptoactivos.pdf [Consultado: 2023, septiembre 27].

Babativa, C. & Laurencio, A. (2017). Organizational perspective of the university educational virtualization. Revista Cubana de Educación Superior, 36(3), 108-115. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/scielo.php>?script=sci\_arttext&pid= S0257-43142017000300010&lng=es&tlng=en [Consultado: 2023, septiembre 21].

Balestrini Acuña, M. (2001). Cómo se elabora el proyecto de investigación. Consultores asociados BL, Venezuela.

Baldwin, A. (2022). *¿Qué hace que una NFT sea valiosa?* Cryptopolitan. Recuperado de https://www.cryptopolitan.com/es/lo-que-hace-que-un-nft-sea-valioso/#:~: text=NFT%20significa%20token%20no%20fungible,un%20n%C3%BAmero%20finito%20de%20ellos.

Banafa, A. (22 de diciembre de 2022). *La evolución tecnológica hasta el Blockchain 4.0.* OpenMind. Recuperado de https://www.bbvaopenmind.com/ tecnologia/mundo-digital/blockchain-4-0/ [Consultado: 2023, julio 25].

Bellomo, S. (2020). Aportes instrumentales y sustantivos de blockchain a la educación. *Tendencias Pedagógicas, 35*, pp. 34-48. doi: 10.15366/tp2020.35.004 [Consultado: 2023, agosto 19]

Bohórquez Garzón, D. (2019) *Blockchain. Una revisión sistemática de literatura sobre su aplicación en el campo de la publicación científica*. [Trabajo de Fin de Máster, Universidad de Cantabria].

Casas, D. L., & Torralbo, J. A. L. (2019). Aproximación basada en blockchain para crear un modelo de confianza en la enseñanza superior abierta y ubicua. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, (13), 5-36. [Consultado: 2023, septiembre 14].

Castells, M. (2002). La era de la información: economía, sociedad y cultura (Vol. 1). Buenos Aires, Argentina: Siglo XXI editores.

Dafonte-Gómez, A., Maina, M. F., & García-Crespo, O. (2021). Uso del smartphone en jóvenes universitarios: una oportunidad para el aprendizaje: [Smartphone use in university students: An opportunity for learning]. Pixel-Bit. Revista De Medios Y Educación, 60, 211–227. https://doi.org/10.12795/pixelbit.76861

D. Luque Lodeiro, R. (2020) *Blockchain: Estado del arte, tendencias y retos.* [Trabajo Fin de Máster, Universidad de Oviedo]

Fandos, M. (2003). Formación basada en las tecnologías de la Información y comunicación: Análisis didáctico del proceso de enseñanza-aprendizaje. Tesis doctoral. Universitat Rovira I Virgili, Tarragona. TDX: repositorio digital, Recuperado de https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8909/Etesis\_1.pdf

Fernández, D. (2022). Wallets: Qué son y qué tipos existen. OpenWebinars. [Publicación de blog]. Recuperado de https://openwebinars.net/blog/wallets-que-son-y-que-tipos-existen/

Gómez, F., & Leyva, A. (2020). La virtualización como alternativa para la educación de posgrado. *Revista Cubana de Educación Superior, 39*(3), e17. Epub 01 de octubre de 2020. Recuperado de http://scielo.sld.cu/pdf/rces/v39n3/0257-4314-rces-39-03-e17.pdf [Consultado: 2023, septiembre 17]

González, J. (2023, 14 de enero). *¿Qué es una blockchain o cadena de bloques?* CriptoNoticias. Recuperado de https://www.criptonoticias.com/criptopedia /que-es-blockchain-cadena-bloques/ [Consultado: 2023, julio 5]

Grech, A. & Camilleri, A. F. (2017). Blockchain in education. Luxembourg: Publications Office of the European Union. Recuperado de https://www.pedocs.de/volltexte/2018/15013/pdf/Grech\_Camilleri\_2017\_Blockchain\_in\_Education.pdf [Consultado: 2023, septiembre 21]

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación (6a ed.). México: McGraw-Hill.

Hernández, Y. (2019). Aplicaciones de la Tecnología Blockchain en Educación Superior: Estado del arte. *Docencia Universitaria, Vol. XX*, Nº 1 y 2, Año 2019. SADPRO-UCV, Universidad Central de Venezuela. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Yosly-Hernandez-Bieliukas/publicati-on/361802044\_Aplicaciones\_de\_la\_Tecnologia\_Blockchain\_en\_Educacion\_Superior\_Estado\_del\_arte/links/62c60900f8c0fc18d3edacc2/Aplicaciones-de-la-Tecnologia-Blockchain-en-Educacion-Superior-Estado-del-arte.pdf [Consultado: 2023, agosto 23]

Hurtado, I., & Toro, J. (1998). Paradigmas y métodos de investigación en tiempos de cambio. Venezuela: Episteme consultores asociados.

Hurtado, J. (2000). Metodología de la investigación holística. (3a ed.) Caracas, Venezuela: Fundación Sypal. ISBN 980-6306-06-6.

IBM. (s.f.). Beneficios de blockchain - IBM Blockchain. Recuperado de https://www.ibm.com/es-es/topics/benefits-of-blockchain [Consultado: 2023, julio 28]

Jarabo, A. (2018). *El blockchain en el sector educativo. Modelo de negocio de la start-up UniChain: Estrategia y viabilidad*. [Trabajo de Grado, Universidad Pontificia de Comillas, Madrid]

Jaramillo, M., Piedra, N. (2021). Un marco de trabajo basado en TBC para mejorar la trazabilidad y la confianza en el intercambio de información entre Instituciones de Educación Superior. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação,* (41), 97-111. Recuperado de https://scholar.archive.org/work/ujh42juqmfedjo2vyzal35j63u/access/wayback/http://scielo.pt/pdf/rist/n41/1646-9895-rist-41-97.pdf [Consultado: 2023, agosto 23]

Joven, S. (2020). *Identidad digital basada en blockchain en instituciones educativas.* [Tesis de Grado - pregrado. Universidad de los Andes, Bogotá]. Recuperado de https://repositorio.uniandes.edu.co/flexpaper/handle/1992/48895/u833537.pdf?sequence=1&isAllowed=y [Consultado: 2023, Julio 26]

Kerlinger, F. N. (2002). Investigación del comportamiento. México D.F.: McGraw-Hill.

Lizcano Casas, D. y Lara Torralbo, J. A. (2019). Aproximación basada en Blockchain para crear un modelo de confianza en la enseñanza superior abierta y ubicua. *Tecnología, Ciencia y Educación, 13*, 5-36.

Luzbet Gómez, Félix R., & Laurencio Leyva, Amauris. (2020). La virtualización como alternativa para la educación de posgrado. *Revista Cubana de Educación Superior, 39*(3), e17. Epub 01 de octubre de 2020. Recuperado en 05 de abril de 2024, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\_arttext&pid=S0257-43142020000300017&lng=es&tlng=es.

Martín, I. (2023, 19 de junio). NFT: qué son, características y cómo funcionan [Roams]. Roams. Recuperado de https://finanzas.roams.es/academia/criptomonedas/nft/ [Consultado: 2023, julio 28]

Matesanz, V. (4 de agosto de 2022). Qué es el blockchain, cómo funciona y cuál es su relación con las criptos [Guía Fácil]. Finect [Blog]. Recuperado de https://www.finect.com/usuario/vanesamatesanz/articulos/que-blockchain-criptomonedas-guia-facil [Consultado: 2023, agosto 27].

Mora, E., Jaramillo, P., Torres, J., Vaca, P., Marcillo, F., Palacios, R. (2022) Revisión sistemática de la implementación de Blockchain en el sector educativo. *Ciencia Huasteca. Boletín Científico de la Escuela Superior de Huejutla.* *Publicación semestral, Vol. 10, No. 19* (2022) 18-34. ISSN: 2007-493X. http://repository.uaeh.edu.mx/revista/index.php/huejutla/issue/archive

Naciones Unidas (21 de octubre de 2015). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. New York, Naciones Unidas. Asamblea General. Recuperado de https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N15/ 291/93/PDF/N1529193.pdf?OpenElement [Consultado: 2023, septiembre 29].

Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: un sistema de dinero en efectivo electrónico peer-to-peer. [Traducido al español por Apache OpenOffice]. Recuperado de https://bitcoin.ofrg/files/bitcoin-paper/bitcoin\_es.pdf [Consultado: 2023, agosto 21]

Pacheco, L. (2022). Entornos virtuales en el aprendizaje cooperativo: una estrategia innovadora contemporánea. *Revista Innova Educación, 4*(1), 65-77. Recuperado de https://www.revistainnovaeducacion.com/index.php/rie/article/ view/432 [Consultado: 2023, septiembre 17]

Plan de la Patria 2019-2025. (8 de diciembre de 2019). Proyecto Nacional Simón Bolívar, Tercer Plan Socialista de Desarrollo Económico y Social de la Nación 2019-2025. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N°6.446 [Extraordinario] (de la misma fecha). Recuperado de https://observatorioplanificacion.cepal.org/sites/default/files/plan/files/Venezuela\_Plan%20de%20la%20Patria%202019-2025%20%282019%29.pdf [Consultado: 2023, septiembre 28].

Presidencia de La República (8 de diciembre de 2017). Decreto N°3.196, mediante el cual se autoriza la creación de la Superintendencia de los Criptoactivos y Actividades Conexas Venezolana. *Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N°6.346* [Extraordinaria] (de la misma fecha). Recuperado de http://spgoin.imprentanacional.gob.ve/cgi-win/be\_alex.cgi?Documento= T028700022296/0&Nombrebd=spgoin&CodAsocDoc=1306&Sesion=1613299799 [Consultado: 2023, septiembre 27].

Presidencia de La República (18 de noviembre de 2014). Decreto N°1.411, mediante el cual se dicta el Decreto con Rango, Valor y Fuerza de Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N°6.151 [Extraordinaria] (de la misma fecha). Recuperado de https://www.asambleanacional.gob.ve/storage/documentos/leyes/decreto-n0-1411-mediante-el-cual-se-dicta-el-decreto-con-rango-valor-y-fuerza-de-ley-de-reforma-de-la-ley-organica-ciencia-tecnologia-e-innovacion-20211103142906.pdf [Consultado: 2023, septiembre 28].

Protocolos de consenso (s.f.). *Blockchain Federal Argentina*. Recuperado de https://bfa.ar/blockchain/protocolos-de-consenso [Consultado: 2023, septiembre 5]

Retamal, C. D., Roig, J. B., & Tapia, J. L. M. (2017). La blockchain: fundamentos, aplicaciones y relación con otras tecnologías disruptivas. Economía industrial, 405, 33-40. Recuperado de https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/ Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/405/DOLADER,%20BEL%20Y%20MU%C3%91OZ.pdf [Consultado: 2023, septiembre 21]

Riveros, A. (15 de abril de 2019). El funcionamiento de Blockchain [Información extraída del webinar impartido por María Barranco para EALDE Business School]. EALDE Business School. Recuperado de https://www.ealde.es/ funcionamiento-de-blockchain/ [Consultado: 2023, Julio 23]

Roldán, M. y Romagnano, M. (2019). Sistema de gestión administrativa utilizando Blokchain. XXI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2019, Universidad Nacional de San Juan). Red de Universidades con Carreras en Informática. ISBN: 978-987-3984-85-3. Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/77229/Documento\_completo.pdf-PDFA. pdf?sequence=1&isAllowed=y. [Consultado: 2023, agosto 21]

Salazar Raymond, María Belén, Icaza Guevara, María de Fátima, & Alejo Machado, Oscar José. (2018). La importancia de la ética en la investigación. Revista Universidad y Sociedad, 10(1), 305-311. Epub 02 de marzo de 2018. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\_arttext&pid=S2218-36202018000100305&lng=es&tlng=es [Consultado: 2023, abril 16]

Santander. (2022, 27 de mayo). Smart contracts, ¿qué son y para qué sirven? [Santander Stories]. Santander. Recuperado de https://www.santander.com/es/stories/ smart-contracts [Consultado: 2023, julio 28]

Silva, C. H. D. (2017, marzo 28). ¿Qué es blockchain y cómo funciona? IBM Systems Blog para Latinoamérica – Español. Recuperado de https://www.ibm.com/ blogs/systems/mx-es/2017/03/que-es-blockchain-y-como-funciona/ [Consultado: 2023, Julio 26]

Simões, C. (17 de marzo de 2022). ¿En qué se diferencia el ledger distribuido de Blockchain de un ledger tradicional? Blog ITDO - Agencia de desarrollo Web, APPs y Marketing en Barcelona [Artículo de Blog]. Recuperado de https://www.itdo.com/blog/en-que-se-diferencia-el-ledger-distribuido-de-blockchain-de-un-ledger-tradicional/ [Consultado: 2023, agosto 27].

Solé, R. (10 de julio de 2021). Blockchain: qué es y cómo funciona esta tecnología. Recuperado de <https://www.profesionalreview.com/2021/07/10/que-es-blockchain/> [Consulta: 2023, Julio 26].

Tapia, J. (octubre, 2021). Cadena de bloques (Blockchain) en la innovación de la gestión educativa. [Conferencia]. Recuperado de https://www.researchgate.net/ profile/Jesus-Tapia-Gallegos/publication/371448046\_CADENA\_DE\_ BLOQUES\_BLOCKCHAIN\_EN\_LA\_INNOVACION\_DE\_LA\_GESTION\_EDUCATIVA/links/6483dfc82cad460a1b00a054/CADENA-DE-BLOQUES-BLOCKCHAIN-EN-LA-INNOVACION-DE-LA-GESTION-EDUCATIVA? \_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uRGV0YWlsIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uRGV0YWlsIn19 [Consultado: 2023, agosto 21]

Tapscott, D., & Tapscott, A. (2017). La revolución blockchain. Descubre cómo esta nueva tecnología transformará la economía global. Ediciones Deusto. Recuperado de https://static0planetadelibroscommx.cdnstatics.com/libros\_ contenido\_extra/35/34781\_La\_revolucion\_blockchain.pdf [Consultado: 2023, agosto 30]

Tinoco Plasencia, C. J., Juarez Trinidad, A. S., Gonzales Rosas, F. A. & Tamayo Franco, J. W. (2023). Tecnología Blockchain en Educación: una revisión sistemática. *Revista Conrado, 19*(92), 326-334. Recuperado de https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/3038 [Consultado: 2023, agosto 24]

Títulos universitarios certificados con Blockchain: pioneros en España y Latinoamérica. (2022). Thomas Signe. Soluciones Tecnológicas Globales. [Publicación de blog]. Recuperado de https://www.thomas-signe.com/blog/titulos-universitarios-certificados-con-blockchai-pioneros-en-espana-y-latinoamerica

Toapanta, J. (2018). *Estudio de la utilización de TBC en el sistema de procesos estudiantiles en la universidad de Guayaquil*. [Trabajo de Titulación - pregrado, Universidad de Guayaquil]

Universidad Nacional Experimental de Guayana (2007). *Reglamento general*.Capítulo dos: Estructura y organización de la universidad. Recuperado de https://uneg.edu.ve/storage/reglamentos/200707002.pdf [Consultado: 2023, julio 24]

Universidad Nacional Experimental de Guayana (s.f.) *Filosofía de Gestión*. Recuperado de https://uneg.edu.ve/nosotros [Consultado: 2023, octubre 7].

Urrutia, D. (19 de abril de 2023). Qué es Framework. Arimetrics. Recuperado de https://www.arimetrics.com/glosario-digital/framework [Consultado: 2023, agosto 27]

Valls, R. (2020). *Análisis de las posibilidades de aplicación de la TBC en el sector educativo y en el ámbito de la educación universitaria y formación especializada online*. [Trabajo Final de Máster, Universidad Nacional de Educación a Distancia, España]. Recuperado de http://e-spacio.uned.es/fez/view/bibliuned:masterComEdred-Rvalls [Consultado: 2023, agosto 24]

Vanegas, W., Rodelo M. y Soto, J. (2022). Blockchain, tecnología en la gestión educativa. *Amauta 20*(39):99-109. DOI: 10.15648/am.39.2022.3295. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/361384594\_Block-chain\_tecnologia\_en\_la\_gestion\_educativa [Consultado: 2023, julio 27]

1. Los procesos académicos son aquellos que permiten que la institución cumpla con su misión de formar profesionales y generar conocimiento. En tal sentido, un proceso académico es una secuencia de actividades relacionadas, que tienen un fin educativo y pueden ser de carácter administrativo, docente o de investigación. [↑](#footnote-ref-2)
2. Entiéndase por virtualización al conjunto de estrategias, procesos y tecnologías que se implementan para crear, administrar y ofrecer experiencias educativas a través de internet. [↑](#footnote-ref-3)
3. La aplicabilidad se interpreta aquí como la posibilidad de llevar a la práctica un proyecto. [↑](#footnote-ref-4)
4. «Un Token es un pedazo de código de programación, en formato de contrato inteligente, que corre sobre una Blockchain. El código de programación describe cómo se comportará dicho Token, y su base de datos simplemente mantiene un registro de cuántos Tokens tiene cada persona. (Arzuaga, 2018).» Citado en Bellomo (2020). [↑](#footnote-ref-5)
5. Satoshi Nakamoto. Pseudónimo usado por la persona o grupo de personas que crearon el protocolo Bitcoin. [↑](#footnote-ref-6)
6. Peer-to-peer. Red de ordenadores en la que todos o algunos aspectos funcionan sin clientes ni servidores fijos, sino una serie de nodos que se comportan como iguales entre sí. [↑](#footnote-ref-7)
7. Existen otras estructuras necesarias, requeridas en las instituciones universitarias, además del conjunto de procesos académicos debidamente establecidos y reglamentados. Entre las cuales se tienen: las estructuras de autoridad o jerarquía organizacional, las estructuras comunicacionales (incluyendo transporte) y las estructuras físicas a nivel de edificios, vialidad y otros servicios conexos. [↑](#footnote-ref-8)
8. Una app, abreviatura de "aplicación", es un programa informático diseñado para funcionar en dispositivos móviles como teléfonos inteligentes y tabletas. [↑](#footnote-ref-9)
9. La plataforma Ethereum ha sido creada por un programador conocido como Vitalik Buterin, con el propósito de desarrollar una herramienta para aplicaciones descentralizadas y colaborativas (Toapanta, 2018). [↑](#footnote-ref-10)
10. En informática y las TICs, el metaverso es un entorno virtual que permite a las personas interactuar de forma social y económica a través de avatares. https://www.iberdrola.com/innovacion/metaverso [↑](#footnote-ref-11)
11. Una tabla de contingencia (o tabla de frecuencias de dos factores) es una tabla en donde las frecuencias corresponden a dos variables. (Una variable se utiliza para categorizar renglones y una segunda variable para categorizar columnas). [↑](#footnote-ref-12)
12. Técnicamente, Gemini es un modelo de lenguaje grande (LLM) entrenado con objetivos de aprendizaje supervisado y reforzado. Esto significa que se entrenó en un conjunto de datos masivo de texto y código, y se le dio como tarea realizar una variedad de funciones, como generar texto, traducir idiomas, escribir diferentes tipos de contenido creativo y responder preguntas de manera informativa. [↑](#footnote-ref-13)
13. Atlas.ti es una herramienta para el análisis cualitativo, útil para organizar y administrar material de forma creativa y sistemática, que puede ser utilizada por profesionales de la investigación. [↑](#footnote-ref-14)
14. Programa IBM Skills Academy, Universidad Metropolitana. [↑](#footnote-ref-15)
15. UNEG (s.f.). *Filosofía de gestión, Historia*. [Sitio web] Recuperado de: https://uneg.edu.ve/nosotros. [↑](#footnote-ref-16)
16. Sitio web de la UNEG, accesible desde <https://www.uneg.edu.ve> [↑](#footnote-ref-17)
17. Moodle es un sistema de gestión de aprendizaje, gratuito y de código abierto escrito en PHP​​ y distribuido bajo la Licencia Pública General GNU. Wikipedia. [↑](#footnote-ref-18)
18. La COVID-19 es una enfermedad causada por el coronavirus SARS-CoV-2, declarada una emergencia de salud pública de importancia internacional desde el 30 de enero de 2020 hasta el 5 de mayo de 2023 por la Organización Mundial de la Salud (OMS). [↑](#footnote-ref-19)
19. En informática, la ***nube*** es una metáfora que se refiere a una red mundial de servidores remotos que funcionan como un único ecosistema, normalmente asociados a Internet [↑](#footnote-ref-20)