

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA

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



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA

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-8033311**

Tutor: Dra. Milagros Cova

C.I. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Ciudad Guayana, agosto de 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE GUAYANA

VICERECTORADO ACADÉMICO

COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO

MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN

**APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi carácter de tutora del Trabajo de Grado intitulado “AUTOMATIZACIÓN DE LOS PROCESOS ACADÉMICOS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN EN LA UNEG” presentado por el ciudadano Hernán Javier Rivas Arias, titular de la cédula de identidad Nº V-8033311 para optar al título de Magíster en Tecnologías de la Información, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En Ciudad Guayana a los 30 días del mes de agosto de 2024.

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

Dra. Milagros Cova

C.I.

Tutora Académico

# 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 v

AGRADECIMIENTOS vi

RESUMEN xi

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 7

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. La tecnología blockchain, conceptos clave y principios 14

2.2.2. Desarrollo de la Blockchain y los tipos de redes 16

2.2.3. Aplicabilidad de la tecnología blockchain en el campo académico 18

2.2.4. Gestión de virtualización y la automatización de procesos 19

2.2.5. Los procesos académicos y la tecnología blockchain 22

2.3. Operacionalización de las variables 23

CAPÍTULO III 25

MARCO METODOLÓGICO 25

3.1. Enfoque metodológico 25

3.2. Tipo de estudio y el diseño de investigación 25

3.3. Unidad de Análisis 26

3.4. Unidad de observación 27

3.5. Técnicas e instrumentos 28

3.6. Procedimientos 30

3.7. Análisis de los datos 32

CAPÍTULO IV 35

ANÁLISIS DE RESULTADOS 35

4.1. Aplicabilidad de la tecnología blockchain en el campo académico 35

4.1.1. Referentes de aplicabilidad de la tecnología 35

4.1.2. Legalidad en la aplicabilidad de Blockchain. Un marco legal para las *cadenas de bloque* en Venezuela. 43

4.1.3. Costo asociado a la aplicabilidad de la tecnología blockchain en el campo académico. 49

4.2. Caracterización de la automatización de procesos académicos bajo la gestión de virtualización de la UNEG 53

4.2.1. Identificación de procesos académicos admisibles para la automatización. 54

4.2.2. Automatización bajo la gestión de virtualización 57

4.3. Relación entre los elementos de la tecnología blockchain y los procesos académicos de la UNEG. 59

4.3.1. Elementos de la tecnología blockchain: 59

4.3.2. Beneficios que ofrece la tecnología blockchain 60

4.3.3. Procesos académicos que pueden ser automatizados mediante la tecnología blockchain 61

4.4. Lineamientos metodológicos para la automatización de procesos académicos por medio de la tecnología blockchain en la UNEG 63

4.4.1. Metodología propuesta para la automatización de procesos académicos con Blockchain en la UNEG 66

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 71

Conclusiones 71

Recomendaciones finales 73

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 75

**LISTA DE CUADROS**

Cuadro 1: Cambios comparativos en la evolución de la Blockchain 17

Cuadro 2: Comparación entre redes públicas, privadas e híbridas 18

Cuadro 3: Matriz de Operacionalización de las Variables 24

Cuadro 4: Documentos para el análisis con Atlas.ti de los Referentes para el primer objetivo. 36

Cuadro 5: Lista de códigos definidos en Atlas.ti con sus descripciones asociativas. 37

Cuadro 6: Matriz de códigos por citas incluyendo todos los documentos. 40

Cuadro 7: Presupuesto de implementación de la tecnología blockchain por categorías. 52

Cuadro 8: Matriz de análisis de los proceso académicos bajo el enfoque organizacional 55

Cuadro 9: Matriz de análisis de los procesos académicos bajo el enfoque tecnológico 56

Cuadro 10: Matriz de análisis de los procesos académicos bajo el enfoque pedagógio 57

Cuadro 11: Distribución de responsabilidades en la adopción de la tecnología blockchain 70

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1: Diagrama de Atlas.ti: “Mostrar en la red” señalando los documentos que tienen en común el código “Aplicaciones reales” 39

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 flujo para determinar sí la Tecnología Blockchain es adecuada para implementar la automatización de un proceso académico. 64

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

La presente tesis de maestría tiene como objetivo analizar la aplicabilidad de la tecnología blockchain en la 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 tiene un enfoque cuantitativo, que sigue el método hipotético-deductivo y un diseño de campo no experimental, transeccional y descriptivo. La unidad de análisis son los procesos académicos automatizables mediante blockchain en la UNEG. 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, UNEG, educación, 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 master's thesis aims to analyze the applicability of blockchain technology in the 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 curriculum redesign. The automation of processes is presented as a viable solution to optimize the management of virtualization at the 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 has a quantitative approach, following the hypothetico-deductive method and a non-experimental, cross-sectional, and descriptive field design. The unit of analysis is the academic processes that can be automated through blockchain at the UNEG. 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 are susceptible to being automated with blockchain, such as the management of student records, the issuance of diplomas, and the verification of credentials. 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 the 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, UNEG, education, 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 procesos, 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 los procesos académicos es la tecnología blockchain. Esto se debe a que es una tecnología descentralizada que 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 tecnología blockchain en la Universidad Nacional Experimental de Guayana (UNEG). Para ello, se analizará la automatización de los procesos académicos de la institución en el marco de la virtualización[[2]](#footnote-3) de procesos que se realiza en la universidad.

A tal fin, en esta investigación se asume el enfoque teórico cuantitativo y un diseño de campo, 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 para esta investigación consiste en una revisión de la literatura sobre la automatización de procesos académicos empleando la tecnología blockchain, el análisis documental de los reglamentos institucionales relacionados con los procesos académicos en la UNEG, y entrevistas semiestructuradas con actores clave de la UNEG. Esta estrategia es adecuada para la investigación porque permite recopilar información de diferentes fuentes, lo que contribuye a obtener una visión integral del problema.

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 tecnología blockchain 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 Universidad Nacional Experimental de Guayana (UNEG), que actualmente se halla en un proceso de transformación digital de virtualización de sus procesos académicos, puede verse beneficiada al implementar la tecnología blockchain, 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.

En esta etapa de indagación preliminar, se identificaron las siguientes causas que podrían limitar la implementación de la tecnología blockchain en la UNEG:

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 evaluar la aplicabilidad[[3]](#footnote-4) de la tecnología blockchain en la UNEG, así como desarrollar una metodología para su implementación. En tal sentido, la tecnología blockchain 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 tecnología blockchain 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 tecnología blockchain podría ayudar a optimizar los procesos académicos, reduciendo el tiempo y los recursos necesarios para su ejecución.
3. Accesibilidad: La tecnología blockchain podría facilitar el acceso a los registros académicos, lo que podría contribuir a mejorar la calidad de la educación.

La implementación de la tecnología blockchain en la UNEG podría contribuir a mejorar la eficiencia, la eficacia y la accesibilidad de los procesos académicos, así como a reducir los riesgos de fraude y corrupción. Sin embargo, la falta de conocimiento, recursos y regulación legal podrían limitar su implementación.

En conclusión, la indagación preliminar realizada evidencia la existencia de una problemática relacionada con la implementación de la tecnología blockchain en la UNEG. Esta problemática se sustenta en las causas identificadas, así como en las ventajas que ofrece la tecnología blockchain para la automatización de los procesos académicos. Además, la investigación propuesta es un problema de investigación de carácter científico porque permitirá evaluar la aplicabilidad de la tecnología blockchain en la UNEG, así como desarrollar una metodología para su implementación. Esta investigación es necesaria para contribuir a la mejora de la eficiencia, la eficacia y la accesibilidad de los procesos académicos en la UNEG.

## 1.1. 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 pueden ser automatizados mediante la tecnología blockchain*. 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 la Blockchain para la mejora de sus funciones.

En este orden de ideas, es perentorio hacer un análisis de los beneficios y posibilidades de aplicación de la tecnología blockchain para extender y mejorar los alcances de la educación —particularmente, de la educación formal universitaria—, que tienen a cargo las universidades nacionales públicas, como en el caso de la UNEG.

Los argumentos anteriores dejan ver la hipótesis de que la tecnología blockchain puede ser utilizada 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 tecnología blockchain en las instituciones educativas?
2. ¿Cómo se describe la automatización de procesos académicos en la UNEG bajo la gestión de virtualización?
3. ¿En qué forma se corresponde la tecnología blockchain 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 tecnología blockchain en la UNEG.

### 1.2.2. Objetivos Específicos

1. Establecer la aplicabilidad de la tecnología blockchain en el campo académico.
2. Caracterizar la automatización de procesos académicos bajo la gestión de virtualización de la UNEG.
3. Relacionar los elementos de la tecnología blockchain con los procesos académicos de la UNEG.
4. Generar los lineamientos de una metodología para la implantación de la automatización de procesos académicos por medio de la tecnología blockchain en la UNEG.

## 1.3. Justificación

1. *Marco Jurídico*: Leyes y decretos que hacen pertinente esta investigación para el país:

* Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (CRV-1999): Art. 108. Sobre la aplicación de las nuevas tecnologías en centros educativos.
* Plan de la Patria, 2019-2025. Objetivos 1.2.4. De la promoción y estímulo de la investigación científica y el desarrollo tecnológico.
* Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación (LOCTI), Art. 38. En relación a la promoción de la investigación.
* Agenda 2030. Objetivo 9.5. Incremento del número de personas que trabajan en investigación y desarrollo.
* Gaceta Oficial Extraordinaria 6370 "Decreto Constituyente sobre Criptoactivos y la Criptomoneda Soberana (PETRO)" (2018).
* Gaceta Oficial Extraordinaria 6371 "Creación de la Superintendencia de Criptoactivos en Venezuela y sus actividades conexas venezolana (SUPCACVEN)" (2018).

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.

En consecuencia, esta investigación está sustentada en leyes y decretos que la hacen pertinente para el país; se basa en valores, principios filosóficos y epistemológicos; irrumpe en el paradigma organizacional educativo mejorando los procedimientos y en lo pragmático busca soluciones confiables y eficientes. Además, fomenta la investigación y desarrollo de la tecnología blockchain en ambientes educativos y creará un precedente documental y lineamientos para implementar soluciones basadas en esta tecnología. Por tales razones, se considera que el trabajo a desarrollar contribuirá al interés de la comunidad científica y el sector académico, en relación al tema planteado.

## 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 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 operacionalización de las variables.

## 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 diciendo que las tecnologías digitales están transformando la forma en que se enseña y aprende, permitiendo a los estudiantes aprender 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 describe la aportación 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), lo publicó 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 tecnología blockchain.

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 tecnología blockchain. La propuesta de Nakamoto ha sido la base para el desarrollo de muchos otros proyectos basados en Cadenas de Bloques, incluyendo la creación del Bitcoin, Ethereum y otras criptomonedas.

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 tecnología blockchain, así como en entrevistas con expertos en la materia.

Los autores concluyen que la tecnología blockchain 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 tecnología blockchain 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 tecnología blockchain 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.

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 tecnología blockchain 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 tecnología blockchain 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 tecnología blockchain 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 revisión bibliográfica ha destacado el potencial e importancia de la tecnología blockchain 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 para realizar transacciones financieras y preservar la información de manera confiable. A continuación, se presenta el marco teórico que fundamentará 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. La tecnología blockchain, conceptos clave y principios

La tecnología 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 tecnología blockchain 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 el potencial de revolucionar la educación al mejorar la seguridad, eficiencia y accesibilidad de los procesos educativos. Como elementos clave de esta tecnología se tiene:

1. *El Registro compartido*: conocido también como Libro mayor distribuido (en inglés, *Ledger*), es una base de datos que se replica en todos los nodos de una red Blockchain. Esto significa que todas las transacciones que se realizan en la red están disponibles para todos los participantes. (Simões, 2022).
2. *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 diferentes, pero el más común es el protocolo de Prueba de Trabajo, PoW (del inglés, *Proof of Work*).
3. *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). Los Contratos Inteligentes solo se ejecutan cuando son llamados y se cumplen todas las reglas que están definidas en estos (Joven, 2020).
4. *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 Blockchain.
5. *Las Cadenas de Bloques:* constituyen la base de datos distribuida, donde se anotan las transacciones que se realizan en la red. Los bloques están enlazados secuencialmente entre sí mediante funciones hash[[8]](#footnote-9) formando una cadena. 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.
6. *Los Nodos*: son simplemente ordenadores que almacenan la copia del libro contable, es decir, almacenan la Cadena de Bloques. Para configurarse como Nodo, el ordenador debe contar con el software correspondiente y los permisos pertinentes —en caso de ser una red permisionada.
7. *Los Monederos o Carteras Digitales* (*del inglés*, Wallets), son aplicaciones o interfaces a través de las cuales los usuarios realizan transacciones y gestionan su identidad digital (ID) para poder operar. Es una simple app[[9]](#footnote-10) que puede descargarse en el dispositivo del usuario y mediante la cual se dispone de la clave privada y la clave pública con las que cada usuario podrá operar.

De acuerdo con Hernández (2019), la tecnología blockchain se basa en los siguientes principios fundamentales:

1. *Descentralización*: La información se almacena en una red distribuida de nodos, lo que significa que no hay un único punto de control. Esto 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 Cadenas de Bloques, lo que permite rastrear su origen y destino.
4. *Transparencia*: Los datos almacenados en Blockchain son transparentes, ya que todos los participantes de la red pueden acceder a la información registrada en la Cadenas de Bloques.
5. *Inmutabilidad*: Una vez que una transacción se registra en la Cadenas de Bloques, no se puede modificar o eliminar.

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

La tecnología blockchain 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.  - Tecnología Blockchain 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 y la salud. |
| Tercera generación (2020-presente) | - Desarrollo de redes Blockchain más escalables, como la red Ethereum[[10]](#footnote-11) 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 y la inteligencia artificial. |

*Nota*. Elaborado por el autor.

Por otra parte, en la tecnología blockchain 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)

### 2.2.3. Aplicabilidad de la tecnología blockchain 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 (a juicio de los expertos) de la literatura, 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 tecnología blockchain puede aportar al sector educativo, 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.

### 2.2.4. 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, incluyendo:

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 Canvas, 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*: 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.
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 o a los equipos necesarios para tomar cursos en línea.
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.

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.

### 2.2.5. Los procesos académicos y la tecnología blockchain

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* se relacionan con la generación de conocimiento (como la planificación, ejecución y publicación de resultados de las investigaciones).

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.

## 2.3. Operacionalización de las variables

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, se elabora la *Matriz de Operacionalización de las Variables* (mostrada en el Cuadro 3), donde se define cómo se medirán las variables en estudio, las dimensiones, subdimensiones, indicadores e ítems —que serán obtenidos por los métodos que se explican en el Capítulo III— y su relación con el objetivo general y los objetivos específicos de este trabajo de tesis.

Cuadro 3

Matriz de Operacionalización de las Variables

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Objetivo General:  Analizar la automatización de procesos académicos por medio de la tecnología blockchain en la UNEG. | | | | | |
| Variable | **Objetivos Específicos** | **Dimensión** | **Subdimensión** | **Indicador** | **Ítems** |
| La tecnología blockchain  Definición Nominal:  La tecnología blockchain 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 tecnología blockchain en el campo académico | *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 tecnología blockchain* con los procesos académicos de la UNEG | *Elementos de la tecnología blockchain* | 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 tecnología blockchain en la UNEG | | | | | |

*Nota*. Elaborado por el autor.

# CAPÍTULO III

# MARCO METODOLÓGICO

## 3.1. Enfoque metodológico

En el presente estudio se asume un enfoque metodológico cuantitativo, considerando que se trata de un fenómeno que se puede medir a través de la utilización de técnicas estadísticas para el análisis de los datos recogidos (Kerlinger, 2002). Bajo este enfoque, 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).

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

Dada las características del estudio, 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, en el caso que nos ocupa, la investigación planteada, cuyo objetivo central está referido al análisis de la automatización de los procesos académicos en la UNEG haciendo uso de la tecnología blockchain, y atendiendo al tipo de datos que se deben recolectar, se decide aplicar un **diseño de campo, 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 resumen, la presente investigación corresponde a un **diseño** **de** **campo, no experimental, transeccional descriptivo**, porque el investigador debe acudir directamente al sitio donde acontecen los hechos y recolecta la información a través de la técnica adecuada, sin manipulación intencional de las variables, en una sola oportunidad y único tiempo a fin de profundizar en la comprensión de los hallazgos encontrados.

## 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 tecnología blockchain en la UNEG". Esto significa que el enfoque central de la investigación se encuentra en cómo la tecnología blockchain 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 tecnología blockchain en el campo académico”, 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 la “Automatización en la virtualización de los procesos”, cuyos indicadores son: Redes sociales, Sitios web, y Unegvirtual.
3. El tercer objetivo, se refiere a “Relacionar los elementos de la tecnología blockchain con los procesos académicos de la UNEG”, para el cual se definió como variable los “Elementos de la tecnología blockchain” y se tomaros como indicadores: El registro compartido, La Prueba de Trabajo y la Automatización del 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 estará 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.

## 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 está desarrollando en nuestro caso, tiene un diseño de campo, por lo que se recopilará datos directamente de la ubicación donde ocurren los procesos académicos en la UNEG. No obstante, la revisión bibliográfica preliminar también constituye una fuente de información importante y un requisito por sí necesario de toda investigación, la cual requiere 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 tecnología blockchain en el campo académico”, será abordado inicialmente mediante una revisión de documentos utilizando la técnica de **análisis documental**, y **la computadora** como el instrumento de recolección**.** Posteriormente, se continuará con la técnica de **análisis de contenido**, utilizando como instrumentos los **cuadros de registro** y la **clasificación de categorías**.

Por otra parte, según Arias (2012), el diseño de campo utiliza técnicas como la observación, la encuesta y la entrevista. Las cuales, se resumen a continuación según el autor citado, 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 planea utilizar la observación, encuestas y entrevistas como técnicas de recolección de datos. Para el diseño de campo elegido se aplicarán entrevistas semiestructuradas, las cuales serán grabadas (mediante la función grabadora del celular), o 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 aplicará la técnica de la encuesta escrita mediante cuestionarios autoadministrados a los encargados o responsables de procesos que hayan sido seleccionados para la muestra, en caso que la información no sea obtenible a partir de los documentos y medios informativos institucionales. Adicionalmente, se utilizará la técnica de la observación estructurada, mediante listas de cotejo y listas de frecuencias, con las que se intentará conseguir patrones, condiciones y esquemas adaptables para automatizar los procesos mediante la tecnología blockchain.

## 3.6. Procedimientos

1. *Revisión de Literatura*: El primer objetivo específico consiste en comprender los alcances de la tecnología blockchain y establecer su aplicabilidad en el campo académico. Por esta razón, se comienza con una revisión selectiva de la literatura para comprender cómo otras universidades en todo el mundo están utilizando la tecnología blockchain para automatizar procesos académicos. Se examina casos de estudio, investigaciones previas y buenas prácticas en este campo.
2. *Identificación de Procesos académicos*: Se identifica aquellos procesos académicos en la UNEG que bajo la gestión de virtualización están siendo automatizados. Esto podría incluir la gestión de registros estudiantiles, la emisión de diplomas, la verificación de credenciales, entre otros.
3. *Relación con la tecnología blockchain*: Se relacionan los elementos de la tecnología blockchain 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 desarrolla una propuesta de metodología que detalle cómo se podría implementar la tecnología blockchain en la UNEG. Esto debe incluir la identificación de los patrones de diseño, los recursos requeridos y un cronograma aproximado.
5. *Definición de Métricas*: Aunque la tecnología blockchain aún no se está utilizando en la UNEG, se puede definir métricas o indicadores de rendimiento que permitan medir el impacto potencial de su implementación. Esto podría incluir la reducción de tiempos de procesamiento, la mejora de la seguridad de los datos y la eficiencia en la administración de registros.
6. *Simulación o Modelo Teórico*: Dado que no se puede realizar un estudio experimental en un entorno donde la tecnología blockchain no está implementada, existe la posibilidad de crear un modelo teórico o realizar una simulación que demuestre cómo funcionarían los procesos académicos con la tecnología blockchain trabajando. Esto podría ser una forma de mostrar el potencial de sus beneficios.
7. *Recomendaciones y Plan de Implementación*: En base a la investigación y la propuesta metodológica, ofrecer recomendaciones concretas para la UNEG sobre cómo podría comenzar a implementar la tecnología blockchain en sus procesos académicos. Para ello, se incluye un plan detallado que aborde la capacitación, la inversión en tecnología y la adopción gradual.

Las literales (e), (f) y (g) están fuera del alcance de este proyecto, pero se dejan escritas para señalar la ruta en que debería proseguir la investigación sobre la marcha de su implementación. Pues, aunque no se puede llevar a cabo un estudio experimental en este caso, el enfoque descriptivo y el análisis de la literatura pueden proporcionar una base sólida para el desarrollo de una metodología que permita a la UNEG comenzar a utilizar la tecnología blockchain de manera efectiva en el futuro.

## 3.7. Análisis de los datos

Dado que el objetivo de estudio es analizar si la tecnología blockchain puede ser aplicada en la automatización de procesos académicos, una forma de realizar esta tarea consiste en utilizar una *matriz de análisis*, la cual es un instrumento flexible y adaptable a las necesidades específicas de la investigación, que permite 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 manera, para cada objetivo específicos de la investigación se han establecido categorías (subdimensiones de la variable) que permitirán construir la matriz de análisis en función de la operacionalización de las variables de investigación (ver el Cuadro 3: Matriz de Operacionalización de las Variables).

Así, para el primer objetivo “Establecer la aplicabilidad de la tecnología blockchain en el campo académico”, se tienen las siguientes categorías:

1. *Referentes*: Tales como casos de uso en aplicación de la tecnología blockchain en instituciones educativas, universidades y otros referentes; identificación y caracterización de procesos que pueden ser automatizados bajo la tecnología blockchain en el entorno académico.
2. *Legalidad*: Revisión del marco legal o leyes, artículos o resoluciones sobre la aplicación de la tecnología blockchain 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.

Una vez definidas estas categorías de información se comienza a recopilar datos de los documentos mediante su lectura y revisión y se completa la matriz de análisis con la información relevante. 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 tecnología blockchain 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 tecnología blockchain a la automatización de procesos que puedan ser codificados, sin otros límites más allá que los de la propia imaginación, y en particular. 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 tecnología blockchain en la UNEG a fin de que pueda ser utilizada en la automatización de los procesos académicos.

## 4.1. Aplicabilidad de la tecnología blockchain 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 tecnología blockchain en el sistema de procesos estudiantiles en la universidad de Guayaquil. |
| D8 | Valls, R. (2020). Análisis de las posibilidades de aplicación de la tecnología blockchain 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:

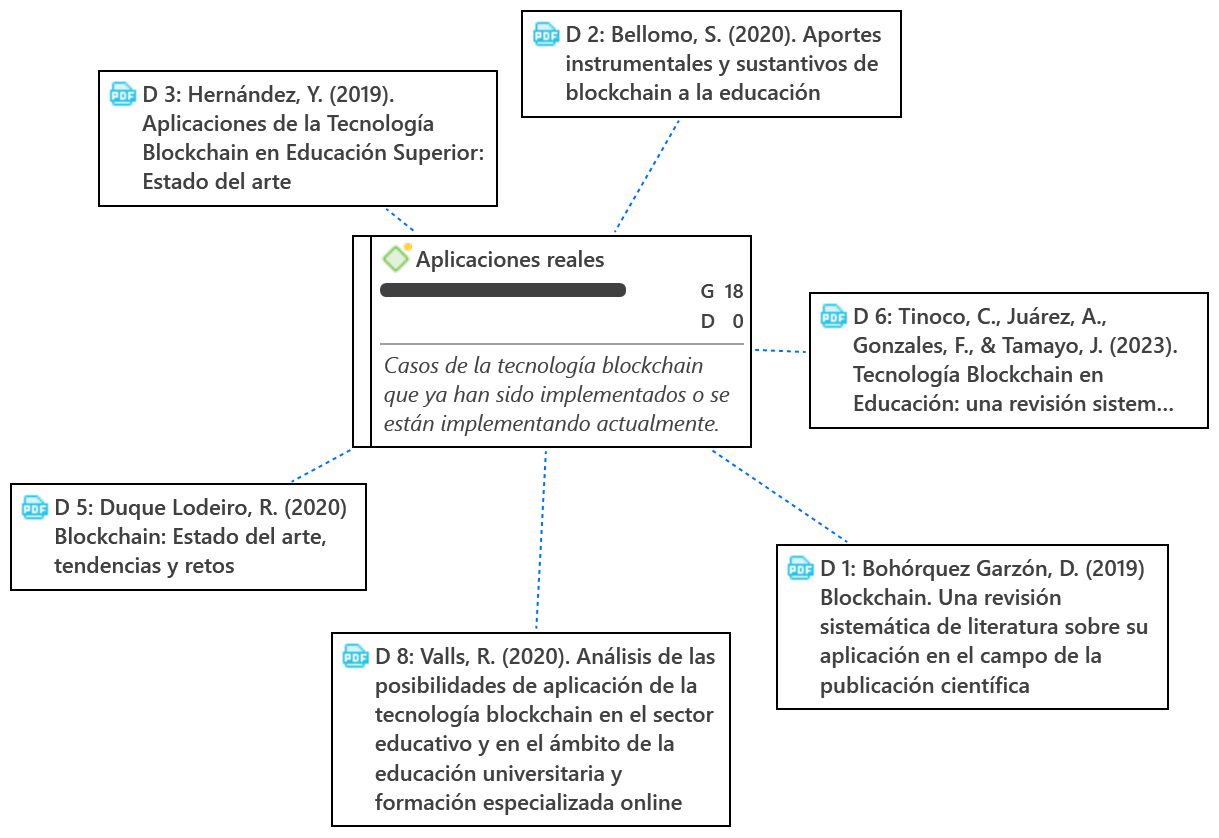
Cuadro 5

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 tecnología blockchain 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 Canvas, 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 tecnología blockchain 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 tecnología blockchain 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 tecnología blockchain, 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.

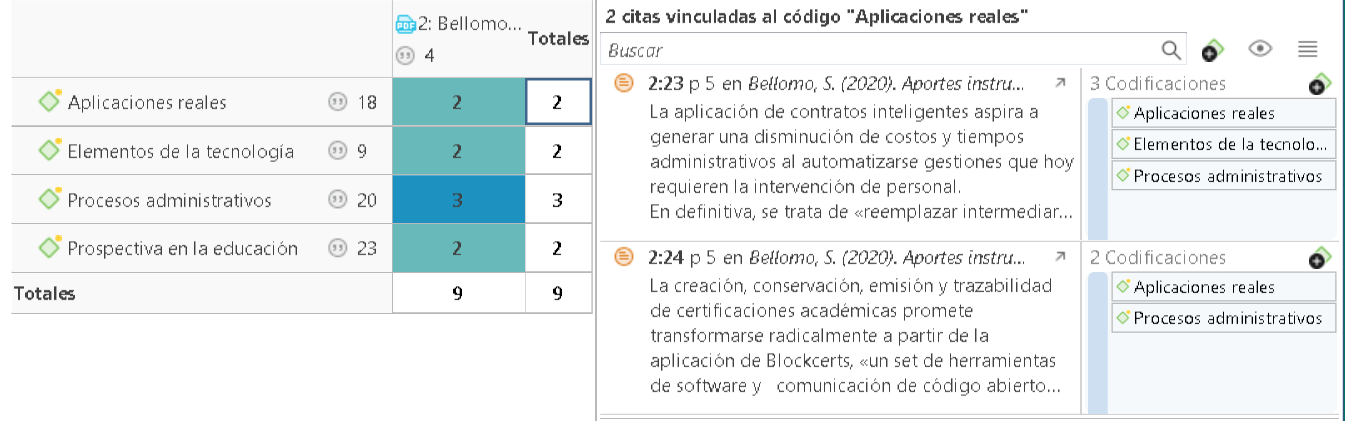
Figura 1

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.

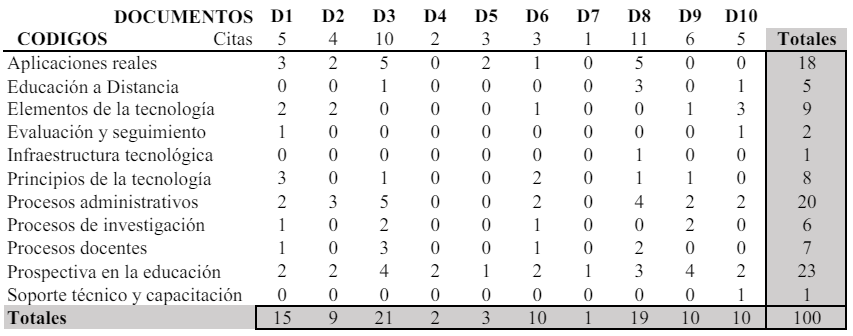


***Fuente****:* Programa Atlas.ti. Proyecto Blockchain, elaborado por el autor.

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 (ver Cuadro 3) con el fin de establecer la aplicabilidad de la tecnología blockchain en el campo académico.

En orden a lo mencionado, se presenta el siguiente gráfico estadístico, 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.

***Fuente***: 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 tecnología blockchain 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 tecnología blockchain, 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 tecnología blockchain 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 tecnología blockchain 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 complimiento 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 tecnología blockchain, 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 tecnología Blockchain 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, esquemas organizativos, obtención de nuevos productos o procedimientos, exploración de necesidades 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 tecnología blockchain 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 tecnología blockchain, 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 tecnología blockchain, 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 tecnología blockchain 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 tecnología blockchain, 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 tecnología blockchain 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 tecnología blockchain, 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 tecnología blockchain, 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 tecnología blockchain 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 tecnología blockchain 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 tecnología blockchain 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 tecnología blockchain 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 tecnología blockchain 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 tecnología blockchain 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.

En suma, la legalidad en cuanto a la aplicabilidad de la tecnología blockchain 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 tecnología blockchain 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 tecnología blockchain 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 tecnología blockchain 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 aplicabilidad de la tecnología blockchain en el campo académico.

La implementación de la tecnología blockchain 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 tecnología blockchain cuidadosamente antes de decidir su adopción. Una forma de medir esto es por medio del indicador *Presupuesto* que ha sido definido en el cuadro de Operacionalización de las variables (ver Cuadro 3). Sin embargo, conseguir un aproximado de los costos asociados con la implementación de la tecnología blockchain en la UNEG es un verdadero desafío debido a la variabilidad de los factores involucrados, dado que estos pueden variar 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 tecnología blockchain, 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 tecnología blockchain 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 tecnología blockchain 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 tecnología blockchain 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, ahora se puede dar respuesta (aunque solo sea estructural) al presupuesto que deberá ser considerado al momento de implementar esta tecnología, lo cual se presenta en el siguiente Cuadro:

Cuadro 7

Presupuesto de implementación de la tecnología blockchain por categorías.

| Categoría | Ítem de recurso | Costo relativo aproximado (\*) |
| --- | --- | --- |
| Infraestructura y desarrollo | Adquisición de hardware y software | 20-40% |
| Desarrollo de aplicaciones | 30-50% |
| Mantenimiento y soporte | 10-20% |
| Requerimientos energéticos | Consumo de energía | 10-20% |
| Soluciones de energía renovable | 5-15% |
| Seguridad | Medidas de seguridad | 15-25% |
| Capacitación y formación | Capacitación del personal | 5-10% |
| Sensibilización de la comunidad | 2-5% |
| Aspectos legales y regulatorios | Asesoría legal | 5-10% |
| Auditorías legales | 2-5% |
| Investigación y desarrollo (I+D) | Investigación de nuevas aplicaciones | 5-10% |
| Desarrollo de estándares y protocolos | 2-5% |

*Fuente:* Elaborado por el autor.

*Nota:* (\*) Basado en estimaciones de la industria y opiniones de expertos. Tenga en cuenta que los costos reales pueden variar significativamente dependiendo de las circunstancias específicas de cada universidad.

En conclusión, el primer objetivo de este trabajo de maestría, sobre la aplicabilidad de la tecnología blockchain 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 tecnología blockchain de forma eficiente.

## 4.2. Caracterización de la automatización de procesos académicos bajo la gestión de virtualización de 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 tecnología blockchain. 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:

Cuadro 8

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 en el enfoque tecnológico son:

Cuadro 9

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. | Coord. de Informática y Estadística  Proyectos de Carrera  Programas de Investigación y Desarrollo |
| *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 10

Matriz de análisis de los procesos académicos bajo el enfoque pedagógio

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 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 Unegvirtual*, desarrollado con la herramienta educativa Moodle[[17]](#footnote-18), en donde se encuentran las aulas virtuales de la Universidad Nacional Experimental de Guayana.

Puede afirmarse, sin lugar a dudas, que la *Unegvirtual* 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 halla 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 tecnología blockchain 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 tecnología blockchain y los procesos académicos de la UNEG.

Utilizar la tecnología blockchain 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 tecnología blockchain:

La tecnología blockchain se compone de varios elementos interconectados que trabajan en conjunto para garantizar la seguridad, transparencia y trazabilidad de las transacciones, como ha sido mencionado ya en el Marco Teórico. Estos elementos son:

*Bloques*: Registros inmutables de datos que contienen información sobre transacciones. Cada bloque contiene un conjunto de transacciones y un hash (una especie de huella digital) del bloque anterior.

*Cadena*: La cadena de bloques es la secuencia de bloques conectados entre sí, formando un registro inmutable y distribuido. Los bloques se encadenan de forma cronológica y criptográficamente segura, creando un registro histórico inalterable de todas las transacciones. Esto garantiza la transparencia y la trazabilidad de los datos.

Esta estructura en cadena hace que sea extremadamente difícil modificar los datos una vez que han sido registrados. En el contexto académico, un bloque podría contener información sobre calificaciones, certificados, títulos, entre otros.

*Red distribuida*: La red blockchain opera de manera descentralizada, lo que significa que no hay un solo punto de control. Los datos se almacenan en múltiples computadoras o nodos de la red, lo que aumenta la seguridad y la redundancia haciendo que el sistema sea resistente a fallas y manipulaciones. Ningún individuo o entidad tiene control total sobre la red.

*Consenso*: Para agregar un nuevo bloque a la cadena, se requiere el consenso de los nodos de la red sobre la validez de cada bloque. Esto garantiza la integridad de los datos y previene la duplicación de transacciones.

*Criptografía*: Se utilizan algoritmos criptográficos para asegurar la integridad de los datos y la autenticidad de las transacciones. La criptografía asegura la comunicación entre los nodos de la red y protege los datos almacenados en la blockchain.

### 4.3.2. Beneficios que ofrece la tecnología blockchain

Los elementos de la tecnología blockchain 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 tecnología blockchain 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.

*Contratos Inteligentes (Smart Contracts)*: Son programas autoejecutables con las condiciones del contrato directamente escritas en el código. Automatizan la ejecución de contratos sin la necesidad de intermediarios.

Los contratos inteligentes se pueden utilizar en las universidades para automatizar procesos, tales como los procesos de control y seguimiento estudiantil, con base a un conjunto de cláusulas que pueden abordar todo lo académico y administrativo, relacionado a la identidad del estudiante, ruta de aprendizaje, la acreditación, certificación, calificaciones, pagos, propiedad intelectual, entre otros.

*Monederos Digitales (Wallets)*: Son interfases de usuario que sirven para realizar las transacciones y gestionar la identidad.

### 4.3.3. Procesos académicos que pueden ser automatizados mediante la tecnología blockchain

La identificación de los procesos académicos más adecuados para la automatización con blockchain requiere un análisis profundo de las particularidades de cada institución y de los objetivos estratégicos que se buscan alcanzar. En tal sentido, sería conveniente hacer un análisis previo de los procesos actuales de la UNEG, priorizando aquellos que mejor se alinean con objetivos estratégicos relacionados a la eficiencia, la transparencia y la mejora de la experiencia del estudiante.

Basado en las investigaciones y experiencias previas, algunos de los procesos académicos que suelen ser buenos candidatos para la automatización con blockchain incluyen:

*Gestión de registros académicos*: Emisión y verificación de títulos y certificados, gestión de transcripciones académicas, almacenamiento seguro de datos de estudiantes, expedientes y credenciales de los estudiantes, verificación en la acreditación entre varias instituciones.

*Plan de estudio (malla curricular)*: Posibilidad de construcción y seguimiento de una ruta de aprendizaje personalizada para cada estudiante.

*Nueva pedagogía****:*** Plataforma de aprendizaje e innovación. Blockchain posibilitaría dar fe de la adquisición de aprendizajes obtenidos en diversos entornos y la acreditación de experiencias y aprendizajes, que le permitan a los estudiantes registrar sus logros y credenciales alternativas.

*Evaluación académica*: Registro y verificación de calificaciones, gestión de exámenes y tareas, prevención del plagio. La trazabilidad de los logros del estudiante, en la cual se lleve el registro de las calificaciones, certificaciones, titulaciones y demás documentos oficiales.

*Gestión de identidad digital*: Creación y gestión de identidades digitales de estudiantes, profesores y personal administrativo; autenticación y autorización de acceso a sistemas y recursos que ofrece la universidad.

*Financiamiento y pagos*: Gestión de becas y ayudas financieras, pagos de matrículas y otros servicios en criptomonedas.

*Gestión de la investigación*:Registro y seguimiento de proyectos de investigación, protección y seguimiento de la propiedad intelectual (evitando plagios); plataforma de asociación, derechos de autor y protección de derechos digitales*.*

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

Una de las premisas que se habrá de tener en cuenta es si la tecnología blockchain es aplicable para el sistema en estudio. Dado que esta investigación se centra en el análisis de la automatización de procesos académicos mediante blockchain en la UNEG, el sistema en cuestión se refiere a la gestión de virtualización universitaria.

Como se ha mencionado antes, los procesos académicos han sido definidos de carácter administrativo, académico o de investigación; además, tienen características, relaciones y complejidad diferente en cada caso. Por lo tanto, se requiere del análisis particular del proceso, antes de decidir si la tecnología blockchain es la adecuada para automatizar dicho proceso.

Hunhevicz, J., & Hall, M. (2020) categorizan los casos de uso más comunes en la tecnología blockchain en la actualidad y observan que la mayoría utilizan dicha tecnología para mejorar la transparencia y optimización de procesos a través de la automatización y la eliminación de intermediarios. Tomando como base otros diagramas similares de la literatura, presentan un diagrama de flujo que en función de las necesidades del sistema se recomendará si se necesita o no una Blockchain, y en caso afirmativo se sugiere el tipo de Blockchain más adecuado. (D. Luque Lodeiro, 2020).

A partir del diagrama de Hunhevicz, & Hall, y bajo la premisa de considerar los procesos académicos como sistemas por sí mismos, se elaboró el diagrama mostrado en la Figura 4, para evaluar si la tecnología blockchain 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 tecnología blockchain (TBC), y en caso afirmativo sugiere si el tipo de Blockchain debería ser pública, privada o híbrida.

Figura 4

Diagrama de flujo 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 buna opción

Sí

No

No

No

No

No

Sí

Sí

Sí

Sí

*Nota.* La figura muestra un diagrama de flujo en el estilo de un diagrama de actividad de 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 tecnología blockchain 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 tecnología blockchain 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 tecnología blockchain no es una buena opción.

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

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

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

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

Resumiendo, Si se responde "Sí" a todas las preguntas, la tecnología blockchain 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 tecnología blockchain 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 tecnología blockchain 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 tecnología blockchain 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.

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.
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 11, presentado a continuación, desglosa los puntos clave 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 11

Distribución de responsabilidades en la adopción de la tecnología blockchain

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Instancia universitaria | Puntos a considerar | Descripción |
| 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 tecnología blockchain 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 tecnología blockchain 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).

Por supuesto, la universidad como institución representa un paradigma, un pilar de la educación, del conocimiento y el desarrollo de la sociedad; no obstante, se encuentra en constante evolución, adecuando sus métodos y procedimientos a las nuevas exigencias de este siglo y sus avances en el área de las Tecnologías de la Información y la Comunicación. Desde este punto de vista, Blockchain ha surgido como una tecnología disruptiva, con capacidad para transformar la educación y las instituciones educativas, en especial las universitarias, a fin de hacerlas más accesibles e inclusivas, con un diseño responsivo, adaptable a las necesidades e intereses de cada individuo y de la sociedad en conjunto.

La aplicabilidad de la tecnología blockchain 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 tecnología blockchain 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 tecnología blockchain 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 tecnología Blockchain 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 tecnología blockchain 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 tecnología blockchain en el sector educativo.
2. Establecer el marco legal regulatorio adecuado para la aplicación de la tecnología blockchain en instituciones universitarias.
3. Análisis de cultura universitaria, las finanzas y los procesos burocráticos bajo el trasfondo de la tecnología blockchain 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.

# 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 tecnología blockchain 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 tecnología blockchain 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 tecnología blockchain 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. Función hash. En el contexto de la blockchain, una función hash es un algoritmo matemático que transforma un bloque de datos (transacciones) en una salida de longitud fija (hash). Nakamoto, S. (2008). [↑](#footnote-ref-9)
9. Una app, abreviatura de "aplicación", es un programa informático diseñado para funcionar en dispositivos móviles como teléfonos inteligentes y tabletas. [↑](#footnote-ref-10)
10. 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-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)