



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL

CARRERA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

Tema:

NUEVAS TECNOLOGÍAS EN PROCESOS INFORMÁTICOS SEGUROS
APLICANDO BLOCKCHAIN EN SISTEMAS ELECTORALES EN LA
CIUDAD DE AMBATO.

Trabajo de titulación modalidad Proyecto de Investigación, presentado previo a la obtención del título de Ingeniero en Tecnologías de la Información.

ÁREA: Tecnologías y Desarrollo web.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Tecnologías de la Información y Sistemas de control.

AUTOR: Diego Israel Villacís Fonseca

TUTOR: Ing. David Omar Guevara Aulestia, Mg.

Ambato – Ecuador

febrero – 2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de titulación con el tema: NUEVAS TECNOLOGÍAS EN PROCESOS INFORMÁTICOS SEGUROS APLICANDO BLOCKCHAIN EN SISTEMAS ELECTORALES EN LA CIUDAD DE AMBATO., desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el señor Diego Israel Villacís Fonseca, estudiante de la Carrera de Tecnologías de la Información, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 17 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.3 del instructivo del reglamento referido.

Ambato, febrero 2024.

Ing. David Omar Guevara Aulestia, Mg.

TUTOR

AUTORÍA

El presente trabajo de titulación con el tema: NUEVAS TECNOLOGÍAS EN PROCESOS INFORMÁTICOS SEGUROS APLICANDO BLOCKCHAIN EN SISTEMAS ELECTORALES EN LA CIUDAD DE AMBATO. es absolutamente original, auténtico y personal y ha observado los preceptos establecidos en la Disposición General Quinta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, febrero 2024.



Diego Israel Villacís Fonseca

C.C. 1804312229

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato para que reproduzca total o parcialmente este trabajo de titulación dentro de las regulaciones legales e institucionales correspondientes. Además, cedo todos mis derechos de autor a favor de la institución con el propósito de su difusión pública, por lo tanto, autorizo su publicación en el repositorio virtual institucional como un documento disponible para la lectura y uso con fines académicos e investigativos de acuerdo con la Disposición General Cuarta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, febrero 2024



Diego Israel Villacís Fonseca

C.C. 1804312229

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del informe final del trabajo de titulación presentado por el señor Diego Israel Villacís Fonseca, estudiante de la Carrera de Tecnologías de la Información, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado NUEVAS TECNOLOGÍAS EN PROCESOS INFORMÁTICOS SEGUROS APLICANDO BLOCKCHAIN EN SISTEMAS ELECTORALES EN LA CIUDAD DE AMBATO., nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 19 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.4 del instructivo del reglamento referido. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidente del Tribunal.

Ambato, febrero 2024.

Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia, Mg.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Rúben Nogales Portero, Mg
PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Franklin Mayorga Mayorga, Mg
PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a Dios por darme la fuerza para poder superarme día a día, darme la sabiduría a lo largo de toda mi vida, en especial para realizar este proyecto.

Quiero dedicar a mi familia quienes han sido los pilares de mi vida y han desempeñado un papel crucial en este viaje académico. A mis padres que desde pequeño han sido un gran apoyo incondicional. A mi madre Emma que siempre ha estado para mí en cada momento y siempre me estado siempre presente a cada momento de mi vida, a sus sabias palabras, sus consejos que me han llevado a donde estoy ahora.

A mi hermana Daniela, que ha sido mi inspiración mi ejemplo a seguir y por su apoyo incondicional que me ha brindado a lo largo de estos años, además por su paciencia, comprensión y consejos que me han llevado a tomar buenas decisiones.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la fuerza y sabiduría para poder tomar buenas decisiones a lo largo de mi vida y mi carrera universitaria para en esta etapa culminar un logro profesional.

Agradezco a mi familia ya que su dedicación, amor y apoyo incondicional han sido las bases sólidas que han guiado mi camino. Madre, Emma, agradezco tu amor constante, tus sacrificios y la calidez que siempre has brindado a nuestro hogar. Padre, Daniel, gracias por ser mi ejemplo de fortaleza y por inspirarme a ser la mejor versión de mí mismo.

A ti, querida hermana Daniela, agradezco por cada risa compartida, cada consejo y por ser una compañera leal en este viaje llamado vida. Tu presencia ha enriquecido mi existencia de maneras inimaginables. Estoy agradecido por tener una familia tan increíble que me ha enseñado el valor del amor y la unión.

A mis amigos John, Johan y Rafa, Quiero expresar mi sincero agradecimiento a cada uno de ustedes por ser una parte fundamental de mi vida. Tanto académicamente como deportivamente han hecho que cada logro sea más significativo.

A mi compañera de vida, Michelle que me ha brindado apoyo, cariño y respeto. Agradezco de corazón por los sabios consejos que siempre me ofreces, por tu comprensión en los momentos más complicados y por el valioso tiempo que dedicas a estar a mi lado. Cada gesto tuyo contribuye a hacer mi vida más plena y significativo.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA	i
APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
RESUMEN EJECUTIVO	xvi
ABSTRACT	xvii
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO	1
1.1 Tema de investigación	1
1.1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Antecedentes investigativos.....	2
1.3 Fundamentación teórica	5
1.4 Objetivos	10

1.4.1 Objetivo general.....	10
1.4.2 Objetivos específicos	10
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	11
2.1 Materiales.....	11
2.1.1 Encuesta sobre Blockchain en sistemas electorales	11
2.1.2 Fichas bibliográficas	13
2.2 Métodos.....	15
2.2.1 Modalidad de la investigación	15
2.2.2 Población y muestra.....	16
2.2.3 Recolección de información.....	16
2.2.4 Procesamiento y análisis de datos	33
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
3.1 Análisis y Discusión de resultados.....	35
3.1.1 Viabilidad.....	35
3.1.2 Aspectos de interés en proyectos	37
3.1.3 Sistemas electorales estudiantiles y no estudiantiles	40
3.1.4 Base de datos.....	42
3.1.5 Framework de desarrollo web.....	43
3.1.6 Metodologías para el desarrollo web.	48
3.2 Desarrollo de la propuesta.....	51

3.2.1 Aplicación de la metodología	51
3.2.2 Flujo de trabajo	52
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
4.1 Conclusiones	75
4.2 Recomendaciones.....	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
ANEXOS	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cadenas de búsqueda	14
Tabla 2. Criterios de inclusión y exclusión.....	14
Tabla 3. Población.....	16
Tabla 4. Confiabilidad mediante Alfa de Cronbach.....	17
Tabla 5. Interpretación de Alfa de Cronbach.....	17
Tabla 6. Ficha bibliográfica N. 1.	28
Tabla 7. Ficha bibliográfica N. 2.	28
Tabla 8. Ficha bibliográfica N. 3.	29
Tabla 9. Ficha bibliográfica N. 4.	30
Tabla 10. Ficha bibliográfica N. 5.	30
Tabla 11. Ficha bibliográfica N. 6.	31
Tabla 12. Ficha bibliográfica N. 7.	31
Tabla 13. Ficha bibliográfica N. 8.	32
Tabla 14. Aspectos viables de la revisión bibliográfica.....	35
Tabla 15. Proyectos y aspectos de interés para la investigación.....	37
Tabla 16. Comparativa entre sistemas electorales.	40
Tabla 17. Comparativa entre bases de datos.	42
Tabla 18. Comparativa entre Frameworks Front-End.	44
Tabla 19. Comparativa entre Frameworks Back-End.....	47
Tabla 20. Comparativa entre Frameworks.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Resultado pregunta 1.	18
Figura 2. Resultados pregunta 2.	19
Figura 3. Resultados pregunta 3.	20
Figura 4. Resultados pregunta 4.	21
Figura 5. Resultados pregunta 5.	22
Figura 6. Resultados pregunta 6.	23
Figura 7. Resultados pregunta 7.	24
Figura 8. Resultados pregunta 8.	25
Figura 9. Resultados pregunta 9.	26
Figura 10. Resultados pregunta 10.	27
Figura 11. Tablero Kanban.	53
Figura 12. Arquitectura.....	54
Figura 13. Esquema Base de datos.	55
Figura 14. Avances de tareas por tablero Kanban.	56
Figura 15. Estructura archivos backend.....	57
Figura 16. Rutas Generales a métodos.....	58
Figura 17. Redireccionamiento según rol.	58
Figura 18 . Método para obtener menú.....	59
Figura 19. Estructura archivos frontend.....	60
Figura 20. Tablero Kanban actualizado últimas etapas.	62

Figura 21. Método para registrar proceso electoral.	63
Figura 22. Método para crear el proceso en un entorno Blockchain.	63
Figura 23. Propiedades de un bloque.	64
Figura 24. Calcular HASH de un bloque.	65
Figura 25. Dificultad para minar un bloque.	65
Figura 26. Obtención del Token.	65
Figura 27. Método para minar un bloque.	66
Figura 28. Método para crear un bloque.	66
Figura 29. Añadir a la red Blockchain	67
Figura 30. Tablero Kanban, última etapa.	68
Figura 31. Formulario para crear un proceso de votaciones.	69
Figura 32. Opción VOTACIÓN.	69
Figura 33. Votos Blockchain actualizado.	70
Figura 34. Archivo JSON.	70
Figura 35. Opción REGISTRA VOTO. Interfaz usuario: user.	71
Figura 36. Red Blockchain actualizado con votos.	72
Figura 37. Resultados electorales estudiantiles.	73
Figura 38. Método para simular modificaciones.	73
Figura 39. Evento “click” del botón para alterar.	74
Figura 40. Advertencia de bloques alterados.	74
Figura 41. Comparativa de bloques.	74

Figura 42. Inicio de sesión usuarios.....	79
Figura 43. Menú opciones para Administradores.	80
Figura 44. Minado Blockchain.	81
Figura 45. Apartado para descargar reportes.	81
Figura 46. Opción ABSTENCIONES.	83
Figura 47. Resultados electorales.	84
Figura 48. Opción VOTACIÓN.	84
Figura 49. Listas electorales.	85
Figura 50. Registrar candidatos.	85
Figura 51. Visualizar candidatos.....	86
Figura 52. Opción USUARIOS.	86
Figura 53. Opción ROLES.....	87
Figura 54. Menú opciones Estudiantes.	87
Figura 55. Interfaz usuario Estudiante.....	88

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Manual de usuario	79
Anexo B. Alfa de Cronbach encuestados	89

RESUMEN EJECUTIVO

Los procesos informáticos han requerido evolucionar esencialmente en aspectos sobre nuevos métodos de seguridad debido a vulnerabilidades que pueden presentarse y por consiguiente constantes ataques a los sistemas informáticos, con esto nace la idea de implementar nuevas maneras de reforzar la seguridad en procesos transaccionales, aquí es donde Blockchain se toma como una opción viable por su estructura sólida e inmutable, un ejemplo de aplicación de la tecnología se encuentra en las transacciones que se realizan en las criptomonedas.

El objetivo del proyecto de investigación es dar a conocer sobre la confiabilidad, estructuración, funcionalidad, en sí el rol que cumple la tecnología Blockchain aplicado a sistemas informáticos en este caso por medio del desarrollo de una propuesta de un sistema electoral educativo en donde sea verificable la seguridad que brinda su estructura básica, en este caso el sistema electoral en donde las transacciones o votos que se ejerzan entraran a una conocida como red Blockchain y cada transacción se integrara para así tener una red completa.

Se presenta el proyecto acerca de la comprobación e integridad en los datos que por medio de una integración de la tecnología Blockchain con un sistema de elecciones estudiantiles se pueden obtener el nivel de confiabilidad para realizar transacciones seguras.

Palabras claves: Blockchain, sistemas electorales estudiantiles, seguridad, procesos informáticos.

ABSTRACT

Computer processes have required a significant evolution in aspects of new security methods due to the vulnerabilities that can arise and, consequently, the constant attacks on computer systems. This is where the idea of implementing new ways to strengthen security in transactional processes arises, and blockchain is considered a viable option due to its solid and immutable structure. An example of the application of this technology can be found in cryptocurrency transactions.

The goal of the research project is to shed light on the reliability, structuring, functionality, and role of blockchain technology in computer systems. This will be achieved through the development of a proposal for an educational voting system where the security provided by its basic structure is verifiable. In this case, the electoral system ensures that transactions or votes exercised enter a network known as the blockchain, and each transaction is integrated to form a complete network.

The project focuses on verifying and ensuring the integrity of data, and demonstrates how the integration of blockchain technology with a student voting system can provide the level of reliability required for secure transactions.

Keywords: Blockchain, student electoral systems, security, computer processes.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 Tema de investigación

NUEVAS TECNOLOGÍAS EN PROCESOS INFORMÁTICOS SEGUROS APLICANDO BLOCKCHAIN EN SISTEMAS ELECTORALES EN LA CIUDAD DE AMBATO.

1.1.1 Planteamiento del problema

A lo largo de los años, las personas de una determinada unidad educativa, pueblo, ciudad o país han adoptado una forma de gobierno basada en democracia, esto da el poder al pueblo de seleccionar a sus líderes. Existen diferentes sistemas informáticos con los cuales se han optimizado procesos, especialmente en organizaciones, las mismas que buscan una seguridad al momento de realizar transacciones de cualquier tipo, así mismo se busca una optimización en los procesos de elecciones electorales, por lo que implementar un sistema para elecciones con la tecnología por bloques puede aumentar significativamente la fiabilidad y seguridad en los datos [1].

En Ecuador, en el año 2023 tuvo lugar en el mes de febrero las elecciones para delegar representantes a nivel nacional, en el cual se dio paso al desarrollo y aplicación de la tecnología por bloques para la certificación de actas electorales, esto a cargo de la empresa chilena ZEYO y la empresa ecuatoriana Emimkatech, la cual está representada por Federman Estrada, el cual manifiesta que: “La implementación de Blockchain en el proceso electoral fortalece el compromiso de Ecuador con la transparencia y confianza en el sistema democrático y lo posiciona como líder en la aplicación de tecnologías de la cuarta revolución industrial en procesos electorales” [2]. Por otro lado, lo que Ricardo Ruano menciona es que “Estas Elecciones Seccionales serán un hito en Latinoamérica por el uso de la tecnología de Blockchain a gran escala y en tiempo real” [3]. El Consejo Nacional Electoral (CNE) junto con las empresas han realizado diferentes pruebas y simulacros para garantizar un proceso transparente y asegurar la integridad de las actas que, las cuales serán posible visualizar

en tiempo real. Además, Ecuador es el primer país en América Latina en la aplicación de Blockchain en las elecciones del 5 de febrero del 2023 [3].

La tecnología Blockchain se proyecta como una de las grandes tecnologías para el futuro de las transacciones de cualquier tipo. En la ciudad de Ambato existe un ambiente en donde se ofrecen servicios de desarrollo de software para realizar sistemas descentralizados, implementando tecnología por bloques [4], sin embargo, no existen sistemas electorales estudiantiles que apliquen tecnologías de seguridad, lo que conlleva a la vulnerabilidad, poca confianza en resultados y actualmente la necesidad de evolución en cuanto a seguridad y confiabilidad es primordial para garantizar los resultados, además de los gastos materiales como de personal para que un proceso se lleve a cabo. Actualmente las diferentes tecnologías de seguridad están enfocadas a otros procesos como lo son las criptomonedas, sin embargo, la idea de poder automatizar los procesos electorales que puedan reducir costos, además tener la seguridad de que personas externas al proceso no tengan accesibilidad a modificar o alterar los datos, esto por la estructura altamente codificada, está llamando el interés en las personas de Ambato.

1.2 Antecedentes investigativos

Se realizó un análisis de fuentes de investigación disponibles de los repositorios de las universidades del Ecuador y demás repositorios a nivel global, la información que se adquirió fue equivalente al tema propuesto en esta investigación.

Según C. Kevin Alexander [5], concluye que, a diferencia del sistema tradicional para un proceso de votaciones, un sistema de forma remota agiliza los procesos además de reducir costos y tiempo antes, durante y después. Con la ayuda de las diferentes herramientas con las tecnologías de seguridad se realizaron sistemas seguros, que en el caso de las votaciones lo fundamental es que ofrezcan integridad en los votos, anonimato, transparencia y que se lo realice de forma directa.

Se utilizaron diferentes softwares con la finalidad de desarrollar un sistema el cual ayude con la optimización de procesos es fundamental a la hora de implementar las mejores soluciones, un ejemplo claro fue en tiempos de pandemia a causa de COVID-19 el cual

de manera forzada se introdujo la tecnología de manera global, esto conlleva a teletrabajos, realizar pagos a través de transferencias vía online, por lo que en ámbitos empresariales se tomaron medidas de optimizaciones de procesos.

Según I. Alex Efraín [6], las tecnologías han ido avanzando y creciendo para mejorar la seguridad, a su vez esto va de lado con la falsificación y ataques a los sistemas informáticos, por lo que alternativas altamente fiables para mejorar la seguridad es el uso de Blockchain, el mismo que ofrece una seguridad basada en tokens, las deficiencias en las seguridades pueden ser reducidas casi por completo con la tecnología propuesta. Con esto la confiabilidad en los procesos electorales mejoraron a un grado superior, esto gracias a la estructura que ofrece.

Con revisiones bibliográficas tanto para el proceso de desarrollo como para la elección de la metodología optima que cubra los objetivos del proyecto concluye que el uso en general de la tecnología por bloques demuestra grandes beneficios al momento de realizar procesos especialmente en aspectos electorales, ya que los mismos han sido un pilar fundamental en la sociedad al momento de la toma de decisiones, como lo son disponibilidad de la información, integridad en los datos propuestos, privacidad en todo momento para mantener el anonimato de los votantes e inmutabilidad en los datos, con esto para que no exista ningún tipo de fraude y tener la seguridad de que los resultados son correctos y confiables.

Según C. Bryan Andrés [7], la Tecnología en Cadena de Bloques, la cual tiene la capacidad de ofrecer un cambio por medio de procesos informáticos de código abierto y la gestión de una forma descentralizada al sistema habitual al que se está acostumbrado, con la idea de plantear la aplicación de dicha tecnología se requieren de diferentes herramientas con las cuales se podrán desarrollar y beneficiarse de la mejor manera de Blockchain, en primera instancia se encuentra Ethereum la cual es una plataforma descentralizada con la que se puede trabajar con la creación de los diferentes sistemas como lo son los contratos inteligentes. La base de la tecnología es el proceso de verificación de pasos cumplidos con lo estipulado, posterior se guarda dicha información verificada y se envía a cada bloque una identificación única la cual no puede ser reemplazable, en el caso de que existiera modificaciones todos los nodos

involucrados darían a notar dicha alteración por la que la transacción no se vería efectuado.

Con este método en el aspecto de procesos que se realizan las transacciones, se vería una reducción de recursos, un hecho es que no se requerirán mediadores por lo que se manejarían directamente y con la ejecución de forma autónoma. Con esto se concluye que el desarrollo de una aplicación basada en tecnología de bloques es factible para realizar en cualquier ámbito, inmuebles, empresariales, electorales, etc., esto gracias a la confiabilidad que tiene mencionada tecnología y a la mínima opción de alterabilidad en las transacciones una vez registradas.

Según T. Rodríguez [8], concluye que proyectos que se basan con la tecnología Blockchain puede reducir recursos como lo son costes de tramitación, a su vez esta tecnología genera confianza y fiabilidad para procesos en donde se involucran dos o más partes. Desde el punto de vista del proyecto presentado, se reflejaron diferentes puntos de vista, uno de ellos y el más notable es la seguridad que posee cada nodo creado dentro de la red Blockchain siendo altamente cifrada e inmutable. Con esto al ser Blockchain una tecnología evolutiva para cifrar información a un nivel alto, permite crear claves únicas de seguridad para un contenido único en cada bloque dentro de una red Blockchain, la inmutabilidad de los datos asegura que cualquier intento de modificación sería casi imposible, esto ya que ningún sistema asegura al 100% su eficacia, sin embargo, la estructura descentralizada dificulta de manera significativa cualquier tipo de alteración.

Otro de los aspectos y es donde nace toda la información es la documentación previa, se realizó una comparativa con diferentes lenguajes de programación para aplicaciones o sistemas, en este caso la diferencia a dicha tecnología es el nivel de cifrado que proporciona, con la cual se pueden, en otros ámbitos en donde se requiera realizar un convenio, evitar fraudes o estafas, ya que si alguna de las partes no cumple con lo establecido la respectiva transacción no se realizará.

1.3 Fundamentación teórica

En cuanto a la base teórica es fundamental conocer los conceptos y características de cada aspecto por separado para poder entender las diferentes acciones, tareas, necesidades que tiene, en el caso del desarrollo del presente proyecto, Blockchain y los sistemas electorales, conociendo dichos conceptos que abarquen tecnología, seguridad en procesos electorales se puede sentar una base para la implementación efectiva y eficiente. Por lo que a continuación se profundizara en la relevancia e identificando aspectos clave en cuanto a la tecnología Blockchain en el contexto electoral y su potencial para fortalecer la integridad y confianza en los procesos electorales.

Blockchain en sistemas electorales

La Tecnología en Cadena de Bloques al ser inmutables y descentralizadas ofrecen numerosas seguridades al momento de realizar transacciones, debido a su infraestructura es una herramienta para el manejo de diferentes tipos de informaciones transaccionales, a su vez puede minimizar costos al momento de realizarlos. Se han realizado procesos en los cuales se requieren intervenciones, pero esto causa que se pierda una gran cantidad de tiempo y recursos que con Blockchain se reducen con el desarrollo de un sistema autónomo con identificaciones únicas. Conforme a las necesidades que abarcan la seguridad se toma en cuenta la integración de Blockchain, como es el caso del presente proyecto para el desarrollo de una propuesta de un sistema electoral estudiantil, se pueden aplicar en redes públicas o privadas, las diferencias entre sí son los accesos que pueden tener cada uno, los participantes de la organización, las políticas de seguridad y la velocidad en la que se realizan las transacciones [1].

Estructura Blockchain

Cuando se nombra el termino Blockchain (Cadena de Bloques en español), la definición desde un punto de vista técnico, es una estructuración por bloques de información concatenada, los mismos que conocen la información de cada bloque previo a los mismos. Cada bloque presentado contiene firma del propietario, las personas que realizan las transacciones y una clave única que no es permitido ningún

tipo de cambio o modificación, pero para lograr un mejor entendimiento es comprender como es el funcionamiento del algoritmo hash, este tiene características principales como el de no repetición, esto quiere decir que, se realizan claves o llaves únicas las cuales son casi imposibles que se encuentren huellas digitales hash similares. Con el desarrollo del algoritmo hash y su llave única, lo que conlleva es que un bloque de datos ya estructurado y firmado se identifica con una de estas llaves, las cuales, si alguno de los datos que se encuentran dentro de un bloque, la llave cambia por lo que los demás bloques que se conectan a la misma, no tendrán dicha llave por lo que el proceso se cancelaría por falsificación o modificación en los datos que van a estar sometidos a procesos transaccionales [2].

Aplicaciones descentralizadas

Las Aplicaciones Descentralizadas o por sus siglas DApps, son aplicaciones de código abierto los mismos que no han dependido de servidores en donde se alojen o puntos de control específicos, en este caso la base de un entorno en donde estas aplicaciones se encuentran es una red descentralizada, con esto el acceso a las transacciones que se encuentran dentro de dicho entorno, son exclusividad de la persona propietaria y además funcionan de forma autónoma de modo que dicho propietario solamente se asegura que se cumpla con la transacción de tal modo se cumple que ninguna persona está autorizada para modificar datos dentro de los bloques [3].

El desarrollo de las DApps (Decentralized Applications en inglés) es mediante smart contracts ya que se ejecutan sobre la base de la tecnología por bloques, la mayor parte de las aplicaciones que se han desarrollado existen en la red Ethereum, la cual es una plataforma óptima para entornos de las aplicaciones, ya que ofrece un espacio en donde desarrolladores de estas aplicaciones tenga la posibilidad de expandir usos a diferentes ámbitos [4], [5].

Sistemas electorales

A lo largo de los años en la democracia se ha llevado a cabo que las personas de un pueblo, ciudad o un país eligen a representantes por medio de un sistema de elecciones que cumplieron ciertas reglas para llevar a cabo de manera transparente. En el Ecuador a partir del 2007 y 2008, se llevó a cabo una renovación en el sistema que se había

implantado, ampliando los derechos a la participación política a algunos sectores que fueron excluidos, esto con el fin de garantizar que la población total pudiera tener acceso a la libre opinión y a la participación ciudadana [5].

A nivel mundial se han llevado a cabo el mismo sistema de votación desde 1978, a partir de ahí es donde cada país ha modificado ciertas reglas en base a los requerimientos necesarios. Con esto lo que se buscaba por medio del Proyecto de Reformas Políticas de América Latina, era reforzar y sistematizar los procesos de reformas electorales, además de facilitar por medio de elecciones justas y transparentes el fortalecimiento de instituciones sólidas [6].

Normativas y procesos

Para realizar sistemas electorales, existen normativas y procesos que en cada país se realizan diferentes procesos, pero existen diferentes normativas las cuales son generales en la mayoría de sistemas en todo el mundo [7].

En base a las normativas lo que se tiene es la constitución, en un país esto define cuales son los principios y derechos que tienen relación con los procesos electorales, un ejemplo de esto es el sufragio. Por otro lado, se tiene las leyes electorales en donde cada país regula el proceso de elecciones incluyendo la organización de elecciones, la elegibilidad de los candidatos, los procedimientos de votación y el conteo de votos. Por último, se tienen los reglamentos que junto con las leyes se establecen detalles que especifican la implementación de leyes y procedimientos de las elecciones, además de códigos de conducta o también conocidas como reglas éticas [7].

Por parte de los procesos en cada país se tienen los registros electorales, esto con el fin de poder tener una noción todas las personas que se encuentran inscritos para realizar el proceso electoral, lo que implica la recolección de un historial de las personas votantes. En el siguiente proceso se asignan a diferentes personas las cuales se posicionan como supervisores de los procesos electorales, en campañas electorales los candidatos de los diferentes partidos políticos tienen la posibilidad de promover sus ideales con el fin de ser selectos. Por último, lo que finaliza todo el proceso es la votación, en donde se incluyen procedimientos como emisión de boletas,

identificación de votantes y principalmente privacidad del voto, y el recuento de votos, en el cual se realizan procesos de tabulación de votos emitidos [7].

Forma de voto

El realizar un proceso de votación ha llevado a cabo una estructura al momento de realizar los votos, esto con el fin de fortalecer el sistema político. En el Ecuador la forma de votación es abierta con voto preferencial múltiple [5]. Los votos pueden clasificarse como categóricos u ordinales, estos se pueden basarse en candidatos o en los partidos políticos en donde el votante tendrá la posibilidad de seleccionar a uno de cada cargo. Por la parte de los votos ordinales, muestran más accesibilidad a los votantes para tener una idea más amplia de un mayor grado de elección, a comparación de los categóricos que son mucho más restringidos [8].

Circunscripción electoral

En este caso se pueden encontrar circunscripciones uninominales en los cuales consiste que los votantes podrán seleccionar directamente a un candidato de su preferencia, luego de la tabulación de datos el selecto se convierte en el representante del pueblo o nación. Por otro lado, tenemos las circunscripciones plurinominales en las cuales el aspecto de selección de representantes es más amplio, por lo que se seleccionan ya sea por partidos políticos o lista de candidatos, y los escaños se asignan proporcionalmente a los partidos en función del número de votos obtenidos [9].

En el primer caso se aplica en territorios en donde se dividen individualmente cada distrito, en el caso del segundo se dividen en un territorio más amplio, en donde se requieran más representantes en diferentes áreas específicas [9].

Bases de datos

En general las bases de datos a lo largo de los tiempos han evolucionado especialmente para la enseñanza en ámbitos de procesos informáticos, por sus siglas SGBD que quiere decir sistema gestor de bases de datos, trata de almacenamiento de datos en base a colecciones que contiene datos relevantes para una persona, empresa, ciudad, etc. Todo el almacenamiento de datos requiere una estructura para la manipulación de dichos datos, para esto se dividen en bases de datos relacionales y no relacionales.

Las bases de datos relacionales un enfoque más directo en cuanto a participación del usuario referente a que se debe tener un conocimiento más profundo acerca de realizar consultas SQL para acceder a tablas, realizar SCRIPT para el manejo de TRIGGERS, mediante sentencias SQL puede acceder a diferentes datos generales o específicos las cuales son, SELECT para tomar toda la tabla o partes específicas, INSERT para aumentar datos a una tabla en si añadir filas a la tabla, UPDATE para actualizar un dato existente que posiblemente haya sido mal insertado o requiera de más información en un caso de que el campo este vacío, DELETE para eliminar filas de una tabla o para poder eliminar la tabla misma. Estas tablas poseen una clave primaria por la cual otras tablas pueden tener acceso a los datos mediante claves foráneas.

Por otra parte, se tiene a las bases de datos no relacionales, las cuales pueden presentarse como archivos planos o XML, estos tipos de bases no poseen una estructura a comparación de las relacionales, en este caso lo que se muestra solo son las tablas sin poseer ningún tipo de vínculo como claves primarias, solo se necesitan la información de cada tabla y los tipos de transacciones que se van a realizar [10].

Frameworks

El desarrollo web posee por una parte la presentación de la página web que es la capa donde el usuario interactúa con el aplicativo llamado FrontEnd y por otra parte se tiene una capa de acceso de datos en la cual se extraen los datos que se llama BackEnd. Ambos interactúan entre sí para poder realizar transacciones y extracciones de datos desde la base de datos. Así que desde la base de datos se obtienen la información en donde se envían a la siguiente capa que es donde se realiza el procesamiento de datos para poder enviarlas al usuario en donde se los podrá manipular.

Roles en la parte del procesamiento y la visualización de los datos [11]

- FrontEnd. Es el encargado del diseño de la parte visual para los usuarios, es donde la interacción con el usuario es de importancia para que la experiencia para el mismo. Para lo cual existen diferentes tecnologías que ayudan al desarrollo como lo son Angular y Backbone JS.

- Backend. Es por otro lado es la parte de atrás en donde se realizan las transacciones, es un intermediario para obtener datos entre la base de datos y el FrontEnd, no accesible para el usuario final. Para este aspecto se debe tener conocimientos de servidores para lo cual se puede apoyar de herramientas como Node.JS, C#, Java.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Implementar nuevas tecnologías en procesos informáticos aplicando Blockchain en sistemas electorales estudiantiles en la ciudad de Ambato.

1.4.2 Objetivos específicos

- Analizar la estructuración de la tecnología Blockchain para la aplicación en procesos informáticos, con el objetivo de comprender su viabilidad y beneficios en estos contextos.
- Identificar procesos informáticos aplicables a sistemas electorales que se pueden beneficiar aplicando Blockchain, tomando como referencia sistemas de elección estudiantil para evaluar los desafíos y oportunidades de mejora.
- Desarrollar una propuesta de un sistema de votación basado en la tecnología Blockchain adaptado a los procesos electorales estudiantiles, que mejore la transparencia, seguridad y eficiencia, con enfoque en la verificación de identidad, registro de votos y contabilización de resultados.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1 Materiales

Para la presente investigación el material que se utilizó para la recolección de los datos es la encuesta, la cual se estructura de 10 preguntas basadas en el conocimiento de los estudiantes sobre Blockchain en los sistemas electorales. Las preguntas tienen estructuras incluyendo selección múltiple, preguntas cerradas y ejemplos de una escala de Likert. Por otra parte, para la recolección documental se realizaron fichas bibliográficas para el registro de información necesaria.

2.1.1 Encuesta sobre Blockchain en sistemas electorales

Dirigido a: Estudiantes de Instituciones Educativas

Encuestador: Villacís Fonseca Diego Israel

Objetivo: Evaluar el nivel de conocimiento de los estudiantes sobre la tecnología de seguridad Blockchain y medir su disposición y aceptación para la implementación en procesos electorales estudiantiles.

Observaciones: Blockchain es una tecnología de seguridad, que almacena datos de forma segura y descentralizada en una cadena de bloques interconectados, cada uno con la información de todos los bloques, así garantiza la integridad y transparencia de la información.

Preguntas:

1. ¿Está familiarizado con el término Blockchain y sus aplicaciones en el ámbito de seguridad en procesos electorales estudiantiles?
 - Estoy muy familiarizado.
 - Tengo cierto conocimiento.
 - He oído hablar del tema.
 - No tengo conocimiento.

2. ¿Cuál es la confianza que usted posee en la integridad de los sistemas electorales estudiantiles en la actualidad?

Seleccione el valor entre 1 o 2 en desacuerdo, 3 parcialmente de acuerdo, 4 de acuerdo o 5 completamente de acuerdo.

1	2	3	4	5
o	o	o	o	o

3. Considera que implementando tecnologías de seguridad como lo es Blockchain en procesos electorales estudiantiles, ¿aumentaría el grado de confiabilidad en los resultados durante y después del proceso?

- Completamente de acuerdo.
- De acuerdo.
- Parcialmente de acuerdo.
- En desacuerdo.

4. ¿Ha escuchado o tiene conocimientos de lo que son “contratos inteligentes o Smart Contracts” en el ámbito de Blockchain?

- Si
- No

5. Preferiría ejercer el derecho al voto de la manera tradicional o por medio de una plataforma web basada en la tecnología de seguridad Blockchain.

- Manera tradicional.
- Plataforma basada en Blockchain.

6. ¿Considera que la votación remota sería más transparente y verificable si se implementan medidas de seguridad más robustas, implementando Blockchain?

Seleccione el valor entre 1 o 2 en desacuerdo, 3 parcialmente de acuerdo, 4 de acuerdo o 5 completamente de acuerdo.

1	2	3	4	5
o	o	o	o	o

7. ¿Qué aspectos considera más importantes al evaluar la implementación de tecnologías de seguridad como Blockchain en los procesos electorales estudiantiles? (Seleccione todas las opciones que apliquen)

- Mayor seguridad de los resultados.
 - Mayor transparencia en el proceso.
 - Facilitación del voto remoto.
 - Aumento de la contabilidad de los resultados.
 - Mayor participación de los estudiantes.
8. Desde su perspectiva, ¿la adopción de tecnologías de seguridad como lo es Blockchain, pueden cambiar el funcionamiento de procesos electorales estudiantiles y otros procesos informáticos dentro de la institución?
- Si
 - No
9. ¿Aceptaría ser parte de una conferencia, reunión o capacitación para conocer el funcionamiento de las nuevas tecnologías de seguridad aplicables, como lo es Blockchain, en procesos electorales y otros procesos informáticos estudiantiles?
- Si
 - No
10. ¿Piensa usted que, a los sistemas electorales estudiantiles remotos se deban regular con nuevas tecnologías que brinden seguridad e imparcialidad al momento de ejercer un voto?
- Completamente de acuerdo.
 - De acuerdo.
 - Parcialmente de acuerdo.
 - En desacuerdo.

2.1.2 Fichas bibliográficas

En el presente proyecto se realizó revisiones en artículos publicados en diferentes bases de datos científicas como lo son Scholar, Scopus, Redalyc. Con ayuda de las cadenas de búsquedas, las cuales contienen palabras clave que ayudaras a identificar específicamente artículos de interés que aporten a la investigación, como: Blockchain, sistema electoral, votación segura, integridad electoral, seguridad, privacidad, Ethereum, plataformas de desarrollo, en el rango de los años 2019 – 2023. A continuación, se muestran las cadenas de búsquedas que con las que se trabajó además del número de artículos que se encontraron, como muestra la **Tabla 1**.

Tabla 1. Cadenas de búsqueda

Cadenas	Artículo	Nº artículos
"sistema electoral" AND "estudiantiles" AND "blockchain"	Redalyc	1320
	Scopus	431
	Scholar	12
"blockchain" AND "sistema electoral" AND "Votación segura" OR "integridad electoral" AND "2019"	Redalyc	1409
	Scopus	16
	Scholar	5
"blockchain" AND "sistema electoral" AND "Ventajas" OR "beneficios" AND "desventajas" OR "desafíos" AND "2019"	Redalyc	877
	Scopus	2
	Scholar	114
Privacidad AND "seguridad" AND "elecciones" AND "blockchain" AND "Ethereum"	Redalyc	226
	Scopus	529
	Scholar	2570
	Total	7511

En este contexto, el resultado de la revisión bibliográfica dio como resultado 7511 documentos, los cuales están relacionados con las palabras clave dentro de las cadenas de búsquedas especificadas. Ya que el número de artículos que se muestran es alto, se generaran respectivamente criterios de inclusión y exclusión como se lo muestra a continuación en la **Tabla 2**, esto con el fin de obtener una cantidad reducida de artículos y obtener los que se encuentren más acorde con la investigación.

Tabla 2. Criterios de inclusión y exclusión.

Inclusión	Documentos en los que se encuentren definiciones, metodologías y aplicaciones de blockchain en sistemas electorales estudiantiles.
	Plataformas de desarrollo Blockchain.
	Aplicaciones y estudios que sean basados en Blockchain.
	Blockchain y su relación con los contratos inteligentes.
Exclusión	No son de idioma inglés o español.
	Sistemas electorales que involucren instituciones nacionales encargados de votaciones nacionales.
	Blockchain para sistemas informáticos empresariales.
	Contratos inteligentes o Smart Contracts en ámbitos ajenos a Blockchain.
	Procesos informáticos fuera del contexto con Blockchain.

De los 7511 documentos se descartaron 1354 ya que no se encontraban en los idiomas de inglés o español dejando con 4354 documentos. Se excluyeron 1812 debido a que

libros o revistas no son de libre acceso por lo que resulta un total de 2542. 1288 se excluyen al poseer contenidos acerca de sistemas electorales nacionales fuera del contexto con Blockchain dando como resultado 1254. 625 se excluyeron al no hablar de Blockchain. Dejando un total de 629 documentos restantes los mismos que se discriminaron, ya que no poseen una clara información, aplicaciones en otros ámbitos o la aplicación de las herramientas adecuadas. Dado un análisis acerca de lo anterior quedan en total 112 artículos, de los cuales se trabajó con 8 documentos que cumplen con los criterios de inclusión que son necesarios para la investigación.

2.2 Métodos

Para llevar a cabo un estudio de aplicación en el campo donde la investigación va a ser aplicada, se consideran diversas especificaciones en cuando al tipo de investigaciones que se realizan, determinar cuál es la población a la cual se va dirigido el proyecto de investigación, los instrumentos y aplicación de los mismos. Esto con el fin de aportar con los métodos y herramientas al marco metodológico que sustenta la ejecución y alcance de la investigación.

2.2.1 Modalidad de la investigación

La siguiente investigación se determinó en la modalidad de investigación de campo, documental-bibliográfica y descriptiva.

a. Investigación de campo

Para el caso de la obtención de datos de la investigación de campo, se los realizó por medio de encuestas dirigida a un grupo de personas que han estado presentes en previas elecciones, para determinar aspectos que favorezcan a la idea del desarrollo de la propuesta.

b. Investigación bibliográfica-documental

Se realizó una investigación bibliográfica-documental con el uso de diferentes fuentes de varios repositorios en donde se encuentran libros, artículos, tesis o revistas a nivel

global como sustento de estudio para el análisis del problema y definir las soluciones para que sean de una forma clara y amplia.

c. Investigación descriptiva

Con la investigación descriptiva se realizó, la recopilación de información acerca del uso de la tecnología Blockchain y los desafíos que pueda generar el desarrollo y aplicación en sistemas electorales

2.2.2 Población y muestra

La población de estudio comprende estudiantes matriculados en las facultades de Facultad de Sistemas, Electrónica e Industrial y Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato. Dado el tamaño extenso de la población, se optó por un enfoque de muestreo probabilístico, específicamente muestreo por conveniencia, para seleccionar 30 encuestados al azar de las facultades mencionadas. La selección al azar se llevará a cabo mediante un proceso de asignación numérica y selección aleatoria. Los individuos incluidos en la muestra deben ser estudiantes matriculados en sus respectivas facultades.

Tabla 3. Población.

Población	Número	Porcentaje
Estudiantes de la ciudad de Ambato	30	100%
TOTAL	30	100%

Como la población objetivo no supera los cien elementos, la aplicación de muestras representativas no es necesaria, pero se emplearán técnicas probabilísticas para garantizar la validez estadística y la representatividad de los resultados.

2.2.3 Recolección de información

Para la obtención de datos se emplearon encuestas, con la finalidad de obtener información relevante a cerca de los sistemas electorales vigentes, con los cuales sirven para la realización del proyecto.

Validación del instrumento

Fundamentalmente para la recolección de datos es importante tener en cuenta la confiabilidad y validez, por lo que se aplicó Alfa de Cronbach para poder medir dicha confiabilidad.

Alfa de Cronbach.

Para poder validar las preguntas las cuales se elaboraron en escala de Likert se aplicó la siguiente formula que corresponde a Alfa de Cronbach.

$$\alpha = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum v_i}{vt} \right)$$

Los cálculos fueron realizados en Excel por medio de fórmulas y la representación en una tabla, esto con las respuestas de las encuestas que se recolectaron.

Tabla 4. Confiabilidad mediante Alfa de Cronbach.

Simbología	Valor
α (alfa) =	0,77
K (Numero de ítems) =	5
$\sum v_i$ (Varianza de cada ítem) =	4,06
vt (Varianza total) =	10,69

Tabla 5. Interpretación de Alfa de Cronbach.

Alfa de Cronbach	Interpretación
0,9	Excelente
0,9 – 0,8	Buena
0,8 – 0,7	Aceptable
0,7 – 0,6	Débil
0,6 – 0,5	Pobre
< 0,5	Inaceptable

Luego de realizar el respectivo calculo aplicando Alfa de Cronbach, dio como resultado 0,77 considerando la confiabilidad de la encuesta dentro de un rango aceptable.

Resultados de la encuesta aplicada a estudiantes.

La encuesta fue aplicada a los estudiantes de la Universidad Técnica de Ambato en las facultades mencionadas.

Pregunta 1: ¿Está familiarizado con el término Blockchain y sus aplicaciones en el ámbito de seguridad en procesos electorales estudiantiles?

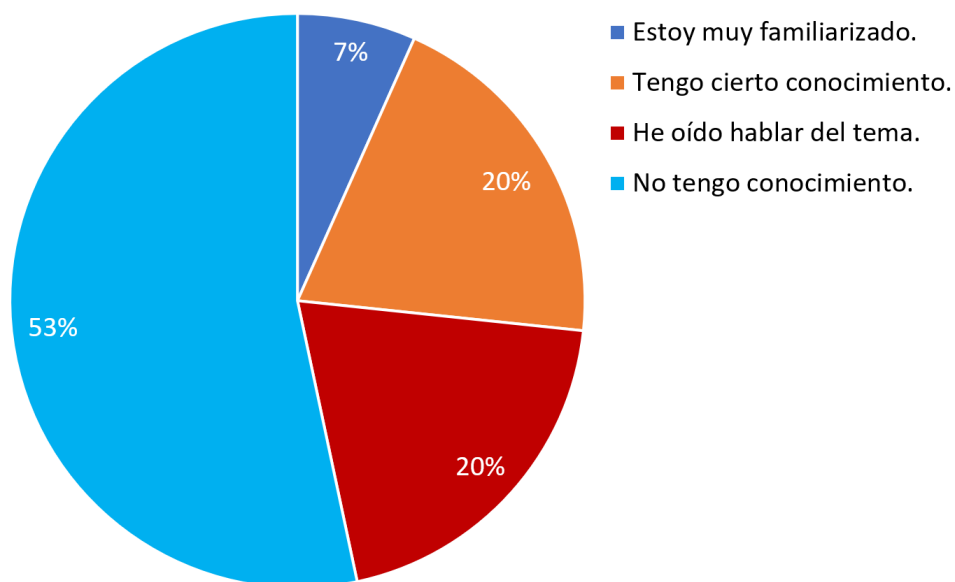


Figura 1. Resultado pregunta 1.

Análisis e interpretación de resultados

Los resultados de la pregunta 1 la cual es opción múltiple como se muestra en la **Figura 1**, se puede observar que el 53% de los estudiantes no tienen conocimientos sobre el tema planteado, el 20% tiene cierto conocimiento, de igual manera el 20% ha escuchado hablar sobre el tema y finalmente el 7% de los estudiantes se encuentran familiarizados con el tema. Como resultado se evidencia que **los estudiantes de la Universidad Técnica de Ambato en su mayoría no tienen conocimientos acerca de los sistemas electorales basados con la tecnología Blockchain, considerando diversos factores como pueden ser la falta de divulgación, exposición académica, complejidad percibida del tema en si ya que es un término relativamente nuevo dentro de la sociedad en cuanto a términos de las nuevas tecnologías.**

Pregunta 2: ¿Cuál es la confianza que usted posee en la integridad de los sistemas electorales estudiantiles en la actualidad?

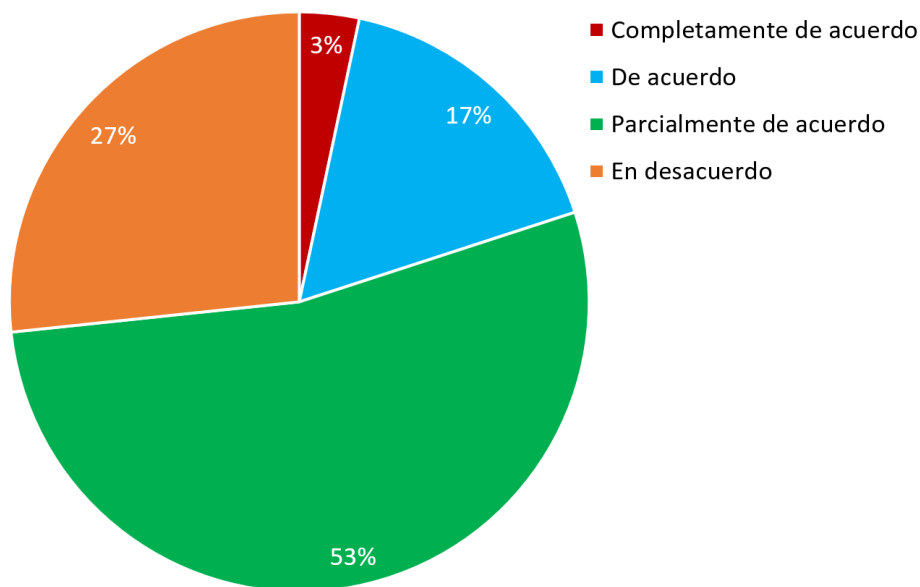


Figura 2. Resultados pregunta 2.

Análisis e interpretación de resultados

Con los resultados obtenidos en la **Figura 2**, la confianza que los estudiantes poseen acerca de la integridad en los sistemas electorales actuales son el 53% se encuentra parcialmente de acuerdo, el 27% está en desacuerdo, el 17% se encuentran parcialmente de acuerdo y finalmente el 3% no se encuentran de acuerdo. Concluyendo así que, tomando la perspectiva de los estudiantes, **estos datos reflejan una perspectiva crítica por parte de los estudiantes respecto a la confianza en los sistemas electorales universitarios, indicando un nivel medio-bajo en la percepción de la integridad durante los procesos de votación, esto debido a posibles fraudes electorales o falta de información al momento del escrutinio .**

Pregunta 3: Considera que implementando tecnologías de seguridad como lo es Blockchain en procesos electorales estudiantiles, ¿aumentaría el grado de confiabilidad en los resultados durante y después del proceso?

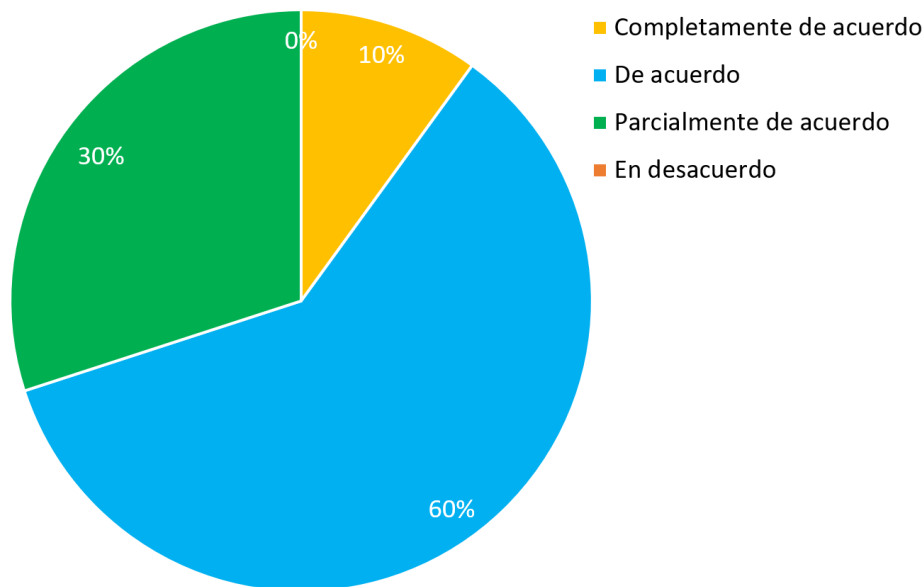


Figura 3. Resultados pregunta 3.

Análisis e interpretación de resultados

Con los resultados obtenidos en la **Figura 3**, el grado de confiabilidad de los encuestados al implementar tecnologías de seguridad en sistemas electorales se distribuye de la siguiente manera, el 60% está de acuerdo con la confiabilidad, el 30% se encuentra parcialmente de acuerdo, el 10% se encuentra completamente de acuerdo y finalmente ningún estudiante se encuentra en desacuerdo. Por lo que se concluye que, **existe una confiabilidad aceptable por parte de los estudiantes en el aspecto de confiabilidad en sistemas electorales basados en Blockchain, en ninguno de los casos muestra un desacuerdo total con el tema propuesto, ya que las tecnologías de seguridad en este caso Blockchain serian una opción viable para evitar fraudes y que le proceso electoral se efectúe de forma íntegra.**

Pregunta 4: ¿Ha escuchado o tiene conocimientos de lo que son “contratos inteligentes o Smart Contracts” en el ámbito de Blockchain?

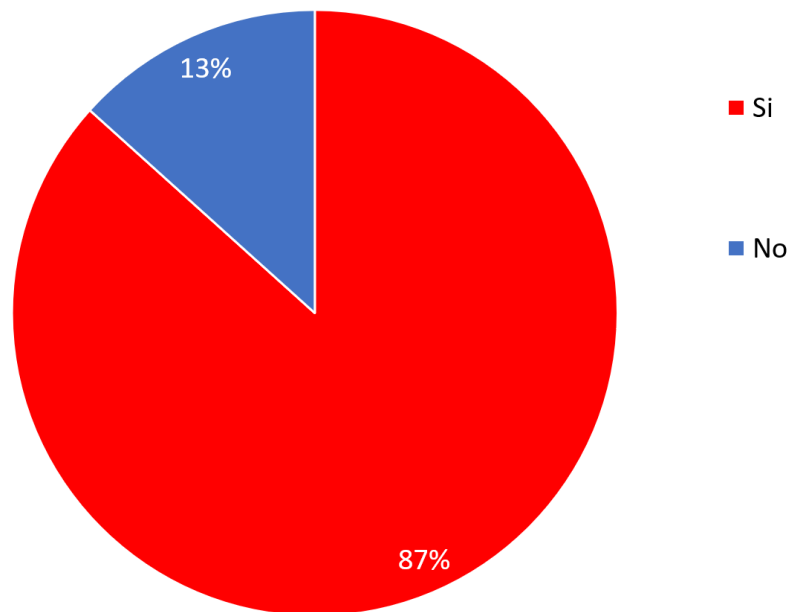


Figura 4. Resultados pregunta 4.

Análisis e interpretación de resultados

Según la información recolectada como se muestra en la **Figura 4**, para identificar si los encuestados poseen un conocimiento acerca de los contratos inteligentes basados en Blockchain se representa de la siguiente manera, el 87% de los estudiantes si tienen conocimientos acerca de los Smart Contracts y por otra parte el 13% no poseen conocimientos acerca del tema. Por lo que se concluye que, **una parte significativa de los encuestados está familiarizada con Smart Contracts, una característica distintiva de la tecnología Blockchain. La interpretación de estos resultados indica que los estudiantes pueden haber adquirido conocimientos sobre contratos inteligentes en contextos más amplios, ya que esta funcionalidad se asocia comúnmente con la implementación de tecnologías Blockchain en diversos ámbitos.**

Pregunta 5: Preferiría ejercer el derecho al voto de la manera tradicional o por medio de una plataforma web basada en la tecnología de seguridad Blockchain.

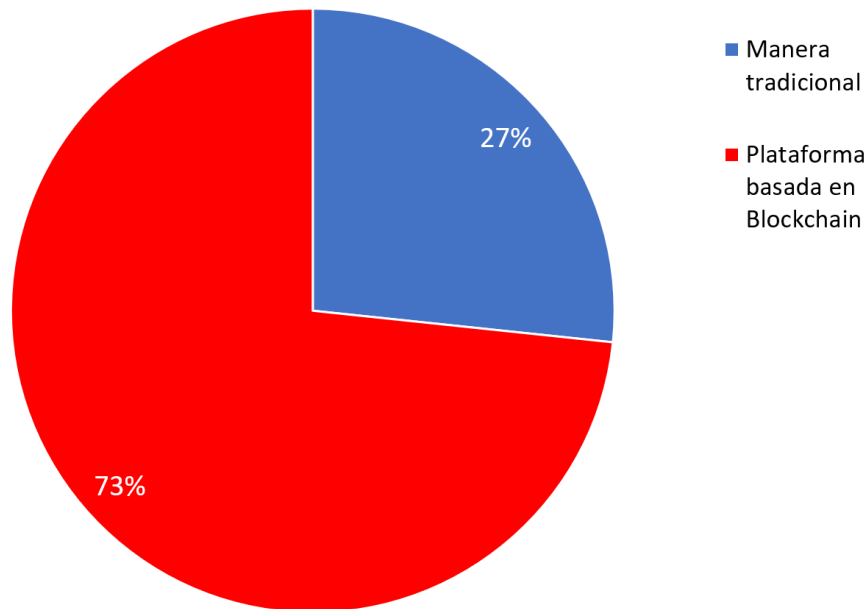


Figura 5. Resultados pregunta 5.

Análisis e interpretación de resultados

Los resultados de la pregunta 5 como se muestra en la **Figura 5**, el 73% prefiere una plataforma basada en Blockchain, a diferencia del 27% que tiende a una preferencia de manera tradicional. Se concluye que, **los estudiantes, en su mayoría cubriendo el 73% de los encuestados, pueden tener la tendencia de ejercer el voto en un aplicativo web basado con la tecnología de seguridad Blockchain que algunos estudiantes que poseen preferencias por los sistemas tradicionales, debido a que la mayoría de los encuestados como se refleja en la pregunta 1, no tienen conocimientos sobre la tecnología planteada, sin embargo esto demuestra el interés por conocer sobre las nuevas tecnologías de seguridad que se pueden aplicar.**

Pregunta 6: ¿Considera que la votación remota sería más transparente y verificable si se implementan medidas de seguridad más robustas, implementando Blockchain?

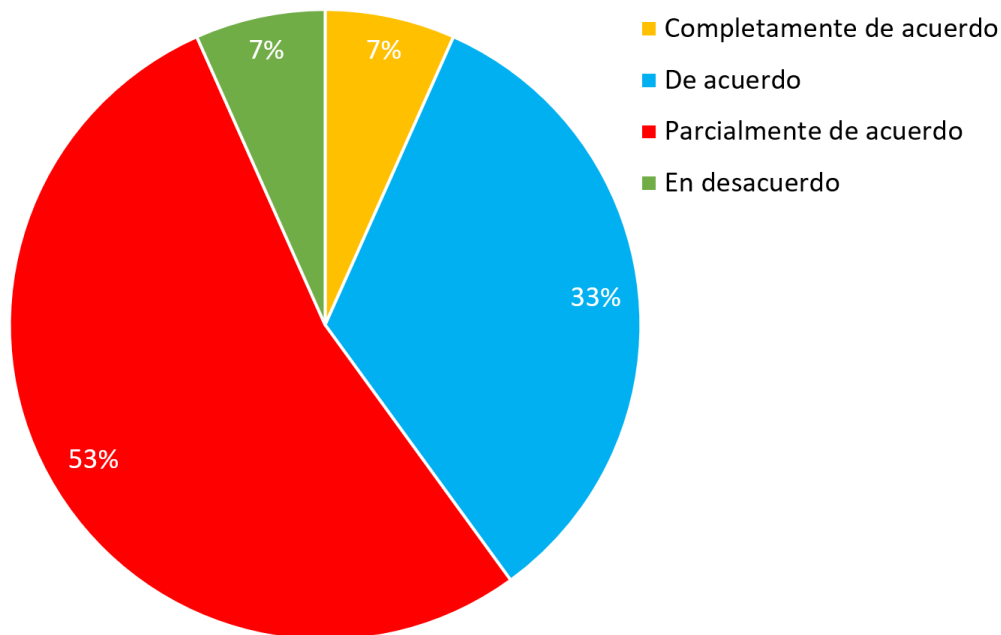


Figura 6. Resultados pregunta 6.

Análisis e interpretación de resultados

Según los resultados que se muestran en la **Figura 6**, para determinar si la votación de forma remota es más transparente y además verificable que una votación tradicional, según esto se determinó que, el 53% de los estudiantes encuestados están parcialmente de acuerdo, el 33% se encuentran de acuerdo con los sistemas remotos, el 7% está de acuerdo con la votación remota a comparación de la tradicional y finalmente el otro 7% está en desacuerdo con la idea de una votación remota con tecnología de seguridad. Se concluye que, **la mayoría de los estudiantes encuestados están parcialmente seguros acerca de una votación remota, esto debido a las nuevas tecnologías y su constante evolución del resto de la población que se encuentran tanto de acuerdo como en desacuerdo para implementar las nuevas tecnologías en este caso en el contexto de un sistema electoral estudiantil.**

Pregunta 7: ¿Qué aspectos considera más importantes al evaluar la implementación de tecnologías de seguridad como Blockchain en los procesos electorales estudiantiles?

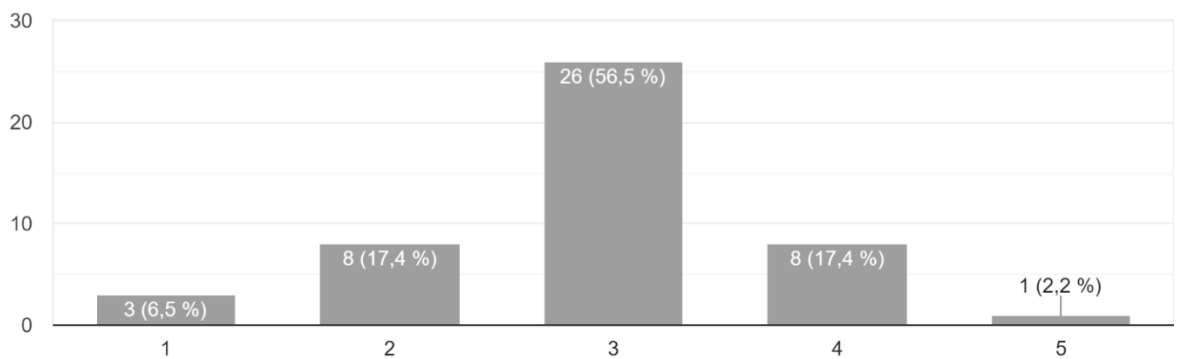


Figura 7. Resultados pregunta 7.

Análisis e interpretación de resultados

Con los resultados obtenidos y representados en la **Figura 7**, el 6,5% de los encuestados seleccionaron mayor seguridad de los resultados, el 17,4% de personas encuestadas seleccionaron mayor transparencia en el proceso, el 56,7% seleccionaron facilidad del voto remoto, el 17,4% eligió el aumento de la confiabilidad de los resultados al momento del proceso completo y finalmente el 2,2% seleccionó que los estudiantes van a ser más participes de las votaciones. Con esto se concluye que, **en su mayoría siendo esta el 56.7% de resultados los estudiantes consideraron el aspecto de facilidad de ejercer el voto a comparación de una participación más activa, por otro aspecto de igual forma el porcentaje que los encuestados seleccionaron fueron la transparencia y aumento en la confiabilidad de los procesos electorales.**

Pregunta 8: Desde su perspectiva, ¿la adopción de tecnologías de seguridad como lo es Blockchain, pueden cambiar el funcionamiento de procesos electorales estudiantiles y otros procesos informáticos dentro de la institución?

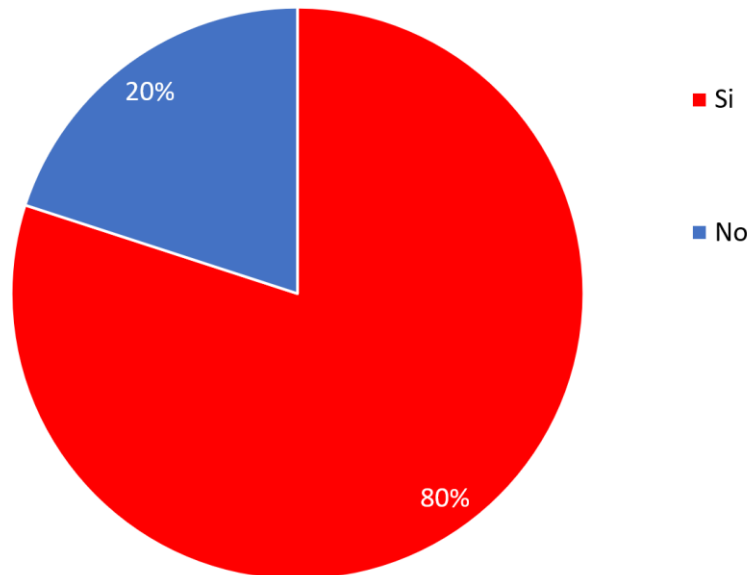


Figura 8. Resultados pregunta 8.

Análisis e interpretación de resultados

Según los resultados como se muestran en la **Figura 8**, el 80% de los estudiantes se encuentran de acuerdo con el cambio del funcionamiento de procesos electorales y el 20% restante no están de acuerdo con el cambio. Para concluir, **los estudiantes en su mayoría están de acuerdo que implementando sistemas de seguridad pueden cambiar en si el contexto de una votación en términos de funcionamientos y además en procesos informáticos.**

Pregunta 9: ¿Aceptaría ser parte de una conferencia, reunión o capacitación para conocer el funcionamiento de las nuevas tecnologías de seguridad aplicables, como lo es Blockchain, en procesos electorales y otros procesos informáticos estudiantiles?

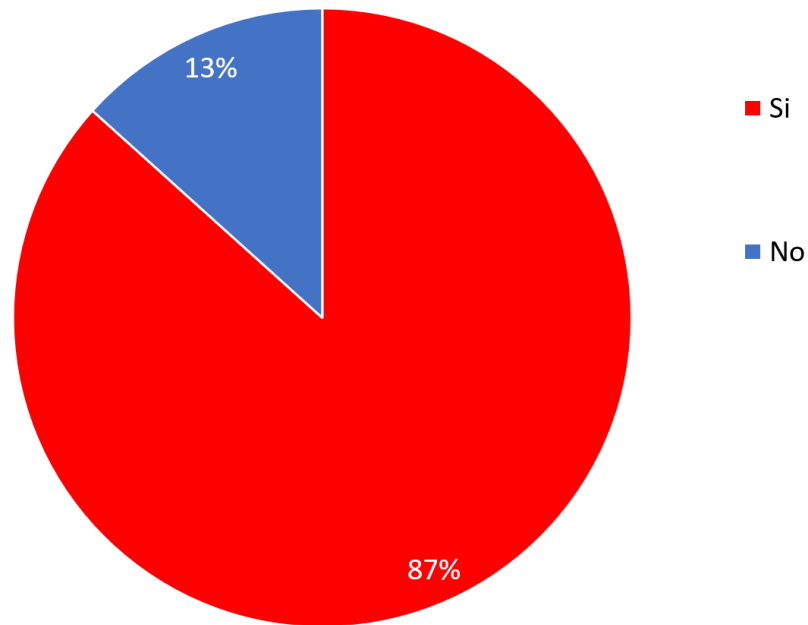


Figura 9. Resultados pregunta 9.

Análisis e interpretación de resultados

Según los resultados obtenidos en la **Figura 9**, el 87% de los estudiantes encuestados aceptan ser parte de una capacitación mediante conferencia, reuniones o conferencias para poder conocer más acerca de los sistemas de seguridad como lo es Blockchain y el 13% no están dispuestos a asistir una capacitación. Con esto se concluye que, **los estudiantes encuestados en su mayoría están dispuestos a conocer más acerca de la tecnología Blockchain y sus aplicaciones en procesos transaccionales como lo es el caso de un sistema de votaciones, en cambio de un porcentaje de estudiantes que no están interesados, ya que no puede ser un tema de interés para las personas.**

Pregunta 10: ¿Piensa usted que, a los sistemas electorales estudiantiles remotos se deban regular con nuevas tecnologías que brinden seguridad e imparcialidad al momento de ejercer un voto?

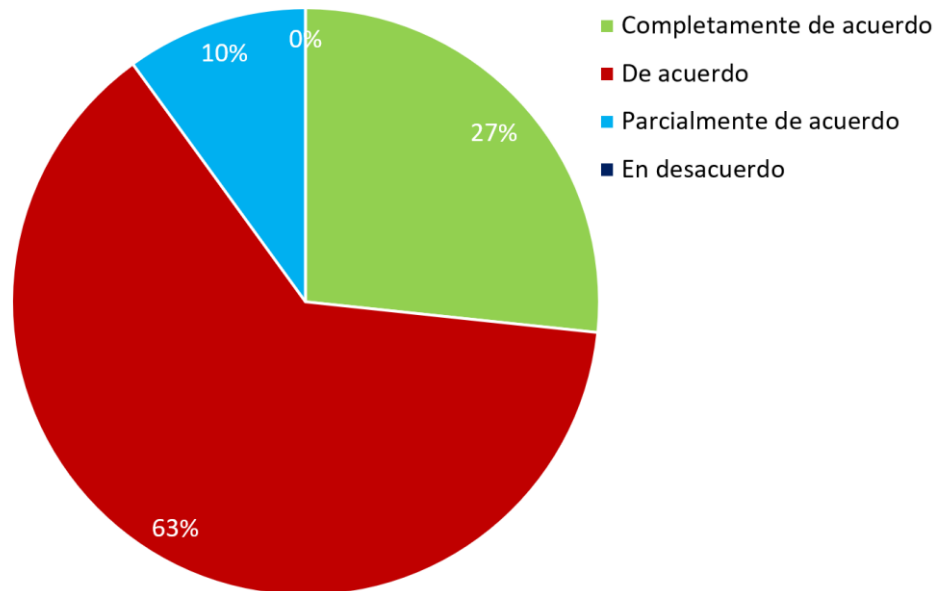


Figura 10. Resultados pregunta 10.

Análisis e interpretación de resultados

Los resultados mostrados en la pregunta 10, en donde se seleccionó una alternativa de opción múltiple como se muestra en la **Figura 10**, el 63% de los estudiantes encuestados están de acuerdo con la regulación de los sistemas de votaciones para realizarlas de forma remota y aplicando diferentes sistemas de seguridad como es el caso de Blockchain, 27% se encuentra de acuerdo que se deban regular los sistemas electorales, el 10% están parcialmente de acuerdo y finalmente el 0%, ningún estudiante está en desacuerdo. Con esto se concluye que, **los estudiantes están de acuerdo o están parcialmente de acuerdo con la integración de sistemas de seguridad como Blockchain en sistemas electorales, en este aspecto ningún estudiante está en total desacuerdo ya que las nuevas tecnologías pueden brindar más confiabilidad al momento de realizar transacciones, como es el caso del presente proyecto la integración a un sistema de votaciones estudiantiles.**

Resultado de fichas bibliográficas.

Las fichas bibliográficas presentadas a continuación, expresan información fundamental acerca del tema propuesto, sus definiciones, estructuras y da un mejor entendimiento de acuerdo a la tecnología de seguridad Blockchain.

Tabla 6. Ficha bibliográfica N. 1.

Identificación del texto
Autor(es): Moreno-Arboleda, Francisco J.; Rodríguez-Camacho, Johan S.; Giraldo-Muñoz, Daniel Título: Comparación de Dos Plataformas de Blockchain: Bitcoin y Hyperledger Fabric Palabras clave: cadena de bloques, bitcoin, hyperledger fabric, transacciones, bases de datos distribuidas.
Síntesis de contenido
En la búsqueda de la mejor alternativa sobre una plataforma de Blockchain lo que se tiene en cuenta son las tasas de confirmación, latencia, escalabilidad, contratos inteligentes y gobernanzas. Se realizaron análisis comparativos de diferentes fuentes investigativas con las cuales se determinaron las principales plataformas y sus diferentes aspectos, las más mencionadas son Ethereum, Hyperledger Fabric, Hyperledger Sawtooth, IBM Open Blockchain, En si la primera forma que apareció de Blockchain fue el Bitcoin con la cual hasta la actualidad se encuentra orientada a la transferencia de dinero, los elementos principales de cada una de las plataformas son la transacción o intercambio de bitcoins, el bloque de transacciones con identificadores únicos llamados hash, una red o nodos de computadoras y finalmente la minería de datos.
Conclusión
Determinar una plataforma para el desarrollo es fundamental al momento de realizar transacciones, se deben tener en cuenta la documentación de cada una para poder identificar los aspectos básicos con los cuales se van a manejar como lo son la escalabilidad, velocidad de transacciones, latencia, la estructura de la red o nodos con las que se pueda minar los datos.
Aporte al proyecto
Identificar la mejor opción en cuanto a la plataforma de desarrollo para poder conseguir los mejores resultados en la investigación.

Tabla 7. Ficha bibliográfica N. 2.

Identificación del texto
Autor(es): Padilla Sánchez, Jorge Alberto Título: Blockchain y contratos inteligentes: aproximación a sus problemáticas y retos jurídicos* Palabras clave: blockchain, sistemas de registro distribuido, contrato inteligente, ejecución automática, codificación.
Síntesis de contenido
Las nuevas generaciones vienen de la mano las nuevas tecnologías, en especial al momento de realizar transacciones, esto lleva a la aplicación de contratos inteligentes basados con la tecnología Blockchain. En este tema existen dos tipos de Blockchain, los permitidos, los cuales son open source en donde cualquier persona puede acceder a redes públicas de desarrollo sin revelar

<p>identidades ni ningún tipo de datos personales, la desventaja principal es que con esto se puedan cometer actos ilícitos por su fácil acceso y por otra parte existen los no permitidos, los cuales son más restringidos, tienen características más limitadas y deben poseer una identificación de tal forma que si alguna persona u organización que haga mal uso de la red, se pueden llegar a ámbitos legales. Es donde ingresan los contratos inteligentes los cuales funcionan de manera autónoma sin necesidad de terceros, a esto se le complementa la tecnología por bloques, es una forma más segura y verificable para dichos contratos, en los cuales se cumplen reglas a cabalidad.</p>
Conclusión
<p>Los contratos inteligentes dentro de un entorno de desarrollo Blockchain se vuelven transacciones más verificables en donde se puede comprobar si las reglas que se establezcan dentro de un contrato inteligente se cumplan, si no se cumplen la transacción se termina o se aplaza en algunos casos.</p>
Aporte al proyecto
<p>Conocer los diferentes tipos de Blockchain y cuál de los entornos se desarrollará la el proyecto de investigación para tener claro las herramientas con las cuales se va a poder minar los datos, además de conocer las consecuencias y cuáles serían los puntos más fuertes de cada plataforma.</p>

Tabla 8. Ficha bibliográfica N. 3.

Identificación del texto
<p>Autor(es): Amo Filvà, Daniel; Alier, Marc; García-Peñalvo, Francisco José; Fonseca, David; Casañ, María José Título: Privacidad, seguridad y legalidad en soluciones educativas basadas en Blockchain: Una Revisión Sistemática de la Literatura Palabras clave: privacidad y seguridad de datos personales educativos, tecnología educativa, confidencialidad, leyes de protección de datos.</p>
Síntesis de contenido
<p>Se presenta una metodología detallada para la revisión y el mapeo sistemático de la literatura, así como los resultados extraídos de ambos procesos. Los desafíos en cuanto a privacidad, seguridad y legalidad en soluciones educativas basadas en Blockchain y se proponen soluciones para abordar estos desafíos. La tecnología por bloques conocida como Blockchain se utiliza para el almacenamiento de datos en sistemas informáticos, estos conceptos son fundamentales ya que se deben tener en cuenta varios aspectos de seguridad, en los diferentes repositorios lo que se va tomando en cuenta es la información exacta de lo que se quiere buscar, en este caso la mejor alternativa para buscar datos más precisos son los de realizar cadenas de búsqueda en este caso sobre educación y Blockchain. La metodología detallada para la revisión y el mapeo sistemático de la literatura es una guía útil para aquellos interesados en el uso de Blockchain en la educación a distancia y en cómo abordar los desafíos asociados con su implementación.</p>
Conclusión
<p>Lo que se debe tomar en cuenta para poder tener un mejor entendimiento de la tecnología Blockchain es la información de los diferentes repositorios, para poder obtener los mejores y más precisos resultados se deben tomar en cuenta la utilización de cadenas de búsqueda, canales de publicaciones y realizar mapeos sistemáticos para el análisis de las publicaciones.</p>
Aporte al proyecto
<p>Se comprende de una mejor y más clara manera el manejo y uso de la tecnología Blockchain en la educación para garantizar la privacidad, seguridad y a su vez de una forma legal para su implementación.</p>

Tabla 9. Ficha bibliográfica N. 4.

Identificación del texto
Autor(es): Feixa, Carles Título: Generación blockchain: movimientos juveniles en la era de la web semántica Palabras clave: Juventud, generación, sociedad de la información, movimientos juveniles, medios sociales.
Síntesis de contenido
No solamente las personas que realizan transacciones por criptomonedas se benefician de la tecnología Blockchain, sino que, también lo hacen desarrolladores que crean aplicaciones web, móviles, ya que al crearlas se identifican como autónomas sin intervención de terceros. En la nueva generación existen nuevos términos como lo son web semántica que se refiere al entorno de la web 3.0 la cual en si el objetivo principal es democratizar el entorno digital, otro de los términos es transdigital. La tecnología Blockchain se ha visto gracias a la pandemia del coronavirus que aconteció en el año 2020.
Conclusión
Gracias a un impacto mundial fue lo que obligo a todas las personas buscar alternativas de seguridad ya que durante la pandemia mundial existió la necesidad de innovar en la tecnología, en las transacciones para que sean de mayor seguridad para las diferentes aplicaciones como lo son web y móviles.
Aporte al proyecto
En la actualidad y futuramente se deben establecer rasgos emergentes de cada una de las generaciones transdigitales, especialmente la nueva generación del hash la cual es identificada dentro de un nodo o red Blockchain para poder identificar que las transacciones se realicen de manera correcta y puntual a las especificaciones establecidas.

Tabla 10. Ficha bibliográfica N. 5.

Identificación del texto
Autor(es): López Jiménez, David Título: Blockchain: aspectos tecnológicos, empresariales y legales Palabras clave: Blockchain; criptomonedas; regulación
Síntesis de contenido
Un contrato inteligente o Smart Contracts se incluyen reglas y consecuencias por el hecho de ser contratos, y aunque el acuerdo puede ser escrito en lenguaje humano, al menos un porcentaje del mismo será transcrito a un código de programación que es una función autoejecutable. por otra parte, las criptodivisas son alternativas como Namecoin, Litecoin y Peercoin, plataformas Blockchain 2.0 como Ethereum, Cardano, IOTA, NEO y NEM, y Hyperledger como paradigma de cadena de bloques privada. En el segundo bloque En el tercer bloque se analizan los aspectos empresariales de la cadena de bloques, incluyendo la transformación digital, la innovación abierta, la economía colaborativa y la gestión de la propiedad intelectual. A su vez se examinan los aspectos legales de la cadena de bloques, incluyendo la regulación de las criptodivisas, la protección de datos personales, la propiedad intelectual y la responsabilidad civil y penal. Los contratos inteligentes presentan numerosas prerrogativas, como la capacidad de programarse en serie de manera sencilla y la ejecución garantizada, ya que no permite el arrepentimiento.
Conclusión
Se abordan los aspectos generales de la cadena de bloques, criptodivisas, redes públicas o autorizadas, nodos mineros y monederos, el modelo de Bitcoin, criptografía, la estructura de la cadena de bloques y el funcionamiento de la red Blockchain. Además, que se tratan los Smart

Contracts o contratos inteligentes, que son secuencias de códigos y datos únicamente. En resumen, el artículo proporciona una visión completa y detallada de la tecnología de la cadena de bloques, desde sus aspectos técnicos hasta sus implicaciones empresariales y legales.
Aporte al proyecto
Conocimientos fundamentales de un contrato inteligente, además de comparaciones como por ejemplo de los contratos decimonónicos.

Tabla 11. Ficha bibliográfica N. 6.

Identificación del texto
Autor(es): Cecilia Elizabeth Fernández Tristán Título: Sistema De Votación Electrónica Usando Tecnología Blockchain Para Procesos Electorales Palabras clave: Blockchain, descentralizada, versatilidad.
Síntesis de contenido
Un sistema de votación electrónica utilizando tecnología blockchain para mejorar la transparencia y la integridad de los procesos electorales. En donde se incluye una revisión de la literatura sobre sistemas de votación electrónica y tecnología blockchain, así como una descripción detallada del sistema propuesto. Se determinan y se encuentran las ventajas y desventajas de utilizar un sistema de votación electrónica en procesos electorales. En general, se presenta una propuesta para mejorar la transparencia y la integridad de los procesos electorales mediante el uso de tecnología blockchain.
Conclusión
Presenta una propuesta interesante y bien fundamentada para mejorar la transparencia y la integridad de los procesos electorales mediante el uso de tecnología blockchain. El sistema propuesto utiliza una cadena de bloques para almacenar tanto las papeletas como los resultados de la votación, lo que garantiza la integridad de la información y la transparencia del proceso electoral.
Aporte al proyecto
Proporciona una revisión detallada de la literatura sobre sistemas de votación electrónica y tecnología blockchain. Además de discutir las ventajas y desventajas de utilizar un sistema de votación electrónica en procesos electorales, así como los requisitos de seguridad y privacidad que deben cumplir estos sistemas.

Tabla 12. Ficha bibliográfica N. 7.

Identificación del texto
Autor(es): Mohammad Malkawi, Muneer Bani Yaseen and Doaa Habeebalah Título: Ethereum Blockchain Based e-voting System for Jordan Parliament Elections Palabras clave: Blockchain, E-voting, Ethereum blockchain, Gas, Jordan Parliament Election.
Síntesis de contenido
Un sistema de votación electrónica basado en la tecnología de la cadena de bloques Ethereum, diseñado para las elecciones parlamentarias en Jordania. El sistema propuesto aborda problemas de rendimiento y corrupción en el proceso de votación, y utiliza algoritmos y métodos innovadores para evitar la coerción y la intervención en el proceso de votación. El documento describe en detalle la arquitectura del sistema, incluyendo la estructura de la base de datos, la interfaz de usuario y los contratos inteligentes utilizados para garantizar la seguridad y la transparencia del proceso de votación. Además, se presentan los resultados de las pruebas realizadas en el sistema, que

demuestran su eficacia y eficiencia en comparación con los sistemas de votación tradicionales. Se comienza por una revisión de la literatura sobre la evolución de los sistemas de votación, desde los métodos tradicionales de papel y lápiz hasta los sistemas electrónicos. Luego, se describe la arquitectura del sistema EBVS, que consta de una base de datos distribuida, una interfaz de usuario y contratos inteligentes que garantizan la seguridad y la transparencia del proceso de votación.
Conclusión
Aborda problemas de rendimiento y corrupción en el proceso de votación, y utiliza algoritmos y métodos innovadores para garantizar la seguridad y la transparencia del proceso de votación.
Aporte al proyecto
Da una comparativa entre sistemas tradicionales y sistemas electorales basados en Blockchain, pero con un enfoque escalable, con definiciones y pruebas que demuestran la fiabilidad de dichos sistemas basadas en tecnologías por bloques.

Tabla 13. Ficha bibliográfica N. 8.

Identificación del texto
Autor(es): Abhay Singh, Ankush Ganesh, Rutuja Rajendra Patil, Sumit Kumar, Ruchi Rani and Sanjeev Kumar Pippal Título: Secure Voting Website Using Ethereum and Smart Contracts Palabras clave: e-voting; blockchain; EVM; digital platform; decentralized
Síntesis de contenido
El desarrollar con tecnología Blockchain tiene sus ventajas y desventajas que se pueden presentar si se quiere desarrolla y aplicar la misma, una de las principales ventajas de utilizar Ethereum y contratos inteligentes para la votación en línea es que se puede garantizar la privacidad y la integridad de los votos. Los contratos inteligentes son programas informáticos que se ejecutan automáticamente cuando se cumplen ciertas condiciones. En el caso de la votación en línea, los contratos inteligentes se utilizan para garantizar que los votos sean contados de manera precisa y que no se puedan manipular. Además, la tecnología blockchain permite que los votos se registren de manera segura y transparente, lo que aumenta la confianza en el proceso de votación. Otra ventaja del sistema propuesto es que se ha desarrollado una interfaz de usuario intuitiva y fácil de usar para facilitar la votación en línea. Esto es importante porque muchos sistemas de votación en línea anteriores han sido criticados por ser difíciles de usar y poco accesibles para los votantes. Otro de los puntos más considerados es el de utilizar IA para poder mejorar el proceso electoral, se sugiere que se podría utilizar la inteligencia artificial y el aprendizaje automático para identificar a los votantes y garantizar que solo los votantes elegibles puedan emitir su voto.
Conclusión
En conclusión, la votación en línea segura es un problema importante que ha sido abordado por muchos investigadores y desarrolladores en todo el mundo. La tecnología blockchain y los contratos inteligentes ofrecen una solución prometedora para este problema, ya que permiten la creación de sistemas de votación en línea seguros, transparentes y eficientes. En general, la votación en línea segura es un problema importante que requiere soluciones innovadoras y efectivas. La tecnología blockchain y los contratos inteligentes ofrecen una forma prometedora de abordar este problema, y el sistema propuesto en este documento es un ejemplo de cómo se puede utilizar esta tecnología para crear un sistema de votación en línea seguro, transparente y eficiente.
Aporte al proyecto
Propone presentar una solución innovadora y prometedora para el problema de la votación en línea segura. El uso de la tecnología blockchain y los contratos inteligentes para la votación en línea es un tema de investigación en constante evolución, además del uso de plataformas como lo es Ethereum para fortalecer en el aspecto de seguridad e integridad.

2.2.4 Procesamiento y análisis de datos

El proceso para el análisis y el procesamiento de la información fue la obtención de información por medio de los instrumentos, en el caso de la presente investigación es la encuesta y fichas bibliográficas. En los cuales se realizó:

- Se procedió a la revisión de la información recolectada mediante las técnicas establecidas, donde se identificaron las características que brindaron ayuda para detectar posibles fallas en la implementación de la tecnología Blockchain en el contexto de procesos electorales estudiantiles. Estas fallas podrían incluir, falta de comprensión sobre los principios de Blockchain, problemas de integración. Este enfoque de revisión minuciosa nos permitió no solo reconocer las áreas de éxito, sino también abordar de manera proactiva cualquier inconveniente que pudiera surgir en la implementación de la propuesta electoral.
- Se realizó una tabulación de los resultados, con el fin de una mejor interpretación de los datos.
- Representación de datos, mediante un análisis estadístico para la presentación visual y comprensión de los resultados.
- La presentación de datos se realizó en el orden de forma escrita, tabular y gráfica.

Además, que la información que se recolecto por medio de la encuesta reflejo lo siguiente:

- Estudiantes encuestados en su mayoría no poseen un conocimiento sobre las tecnologías de seguridad como lo es Blockchain aplicado en sistemas informáticos.
- En base a los resultados de la encuesta, se observa un porcentaje del 73% de los encuestados tomarían la opción para acceder a sistemas web basados en tecnología Blockchain para ejercer votos, aunque la encuesta refleja el poco conocimiento sobre dicha tecnología, la inclinación por parte de los

encuestados hacer referencia hacia los sistemas web que podría sugerir una disposición para adoptar dicha tecnología en futuros sistemas electorales.

- Las participaciones de los estudiantes para capacitaciones, reuniones o conferencias acerca de los sistemas electorales utilizando tecnologías de seguridad, por medio de la encuesta reflejo una aceptación por parte de los mismos.

Los resultados de la encuesta a los estudiantes de la Universidad Técnica de Ambato, específicamente a las facultades de Facultad de Sistemas, Electrónica e Industrial y Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, permite dar a conocer el nivel de conocimiento de los estudiantes sobre el tema de investigación, la aceptación que tendría un sistema web electoral basado en Blockchain y la participación interesada de los mismos para aumentar el nivel de conocimiento sobre nuevas tecnologías de seguridad, en este caso la cadena de bloques.

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y Discusión de resultados

3.1.1 Viabilidad

Se determinó la viabilidad de la investigación, para realizarlo se ha considerado varios aspectos fundamentales. Como se muestran en la **Tabla 14** que se identifican y evalúan dichos aspectos en base a una revisión bibliográfica (RB) realizada.

Se utiliza una escala de 1 a 5 para evaluar cada una, donde se representan de la siguiente manera, 1 representa "Muy Baja", 2 representa "Baja", 3 representa "Moderada", 4 representa "Alta" y 5 representa "Muy Alta".

Para cada revisión bibliográfica realizada se asignaron puntajes individuales para cada aspecto considerado aspectos puntuales que contribuyan al análisis del tema de investigación, por medio de cálculos matemáticos simples se obtuvo el promedio con el cual se identificarán si los contenidos son los adecuados para la investigación.

Tabla 14. Aspectos viables de la revisión bibliográfica.

Aspecto de Viabilidad	RB1	RB2	RB3	RB4	RB5	RB6	RB7	RB8	Promedio	Viabilidad
Relevancia	4	4	5	3	5	5	5	5	4.50	Alta
Credibilidad	3	3	4	4	5	4	4	4	3.88	Moderada
Actualidad	3	3	4	3	3	4	5	5	3.75	Moderada
Consistencia	3	3	5	4	4	4	4	4	3.88	Moderada
Profundidad	3	4	5	3	4	5	4	4	4.00	Alta
Metodología	2	2	5	4	2	5	4	5	3.63	Moderada
Accesibilidad	5	5	5	5	5	5	5	5	5.00	Muy Alta

En términos de accesibilidad los artículos se sitúan en una escala “Muy alta”, es decir que se tiene acceso para obtener la información de cada uno para la investigación. En términos de relevancia y profundidad, hay una viabilidad alta, ya que las fuentes bibliográficas abordan temas de interés y proporcionan detalles y análisis sobre el tema de investigación.

En relación con credibilidad, actualidad, consistencia y metodología, estos aspectos son moderadamente aceptables, ya que se mencionan en el contenido, aunque no siempre se especifican con exactitud. En resumen, las fuentes bibliográficas son bastante viables para la investigación en diversos aspectos.

3.1.2 Aspectos de interés en proyectos

Para el presente proyecto se tomaron diferentes aspectos de diversos proyectos como referencias para la investigación, se realizó un análisis de las características más significativas que aporten a la investigación, con la finalidad de poder tener en cuenta algunas consideraciones como lo son en procesos electorales que manejan tecnología Blockchain o sistemas electorales habituales, con esto como punto de partida se determinaron algunas ventajas, desventajas y aspectos que pueda ser de interés o se tomen como relevantes del proyecto.

Tabla 15. Proyectos y aspectos de interés para la investigación.

Proyecto	Innovación o Interés	Ventajas	Desventajas	¿Maneja Blockchain?
Tokenización de votos electorales ¿Cómo se puede aplicar esta técnica en Argentina haciendo uso de sus ventajas?	En el año 2009 en donde se origina el mundo del Blockchain, pero en 2017 es donde se empieza a escuchar términos como redes Blockchain rastreables, redes descentralizadas aplicables a procesos para hacerlos más eficaces y los diferentes tipos de Token que brindan confiabilidad y una solución innovadora ya que lo más importante en procesos o transacciones son los cifrados, criptografías para la integridad de los datos.	Una solución a parte de confiable es innovadora al momento de implementar la tokenización para procesos electorales. Se reducen riesgos de fraudes y agiliza el proceso automatizándolo. Mas facilidad en la parte de participación ciudadana al ejercer el voto.	Abordar temas de privacidad para poder garantizar la integridad de los datos requiere de un proceso complejo de planificación, conocimiento cuidadoso.	Sí
Implementación de un sistema de votación electrónica para Fortalecer el proceso de escrutinio utilizando blockchain.	Existen diferentes sistemas electorales que tienen como objetivo reducir costos, procesos, aumentar la eficiencia en los escrutinios. Con todo esto se	El voto remoto junto con Blockchain presenta integridad e inmutabilidad en los datos. Evita fraudes con el seguimiento a los procesos.	Con la llegada de las nuevas tecnologías de seguridad llegan así mismo los ataques y vulnerabilidades.	Sí

	observó la necesidad de implementar tecnologías de seguridad y la opción que mejor se adapta es Blockchain junto con plataformas de entornos de desarrollo tanto de Blockchain como contratos inteligentes para cumplir con las necesidades de solucionar el problema que se presenta al implementar un sistema electoral.	Genera una confianza a los votantes.		
Sistema de votación basado en blockchain para la elección De representantes estudiantiles en el tecnológico de Antioquia i.u.	Con la llegada del Bitcoin se buscó la manera de realizar procesos que sean seguros, confiables y en un periodo de tiempo reducido, para esto se implementó la tecnología Blockchain la cual ofrece cumplir todos estos aspectos de seguridad y privacidad.	La tecnología Blockchain ofrece privacidad, integridad y anonimato al momento de realizar procesos transaccionales. Agiliza los procesos de manera segura.		Sí
Implementación de un sistema de votación electrónica basado En la tecnología blockchain para las elecciones Estudiantiles en la universidad de córdoba.	La aplicación de un sistema electoral en un ambiente simulado, resulto con lo previsto, lo cual es ofrecer confiabilidad, seguridad, además de poseer un sistema amigable en la que el usuario pueda navegar intuitivamente, además de poseer las características de una votación incluyendo seguridad como voto privado, único, integridad y auditoria al poder tener los resultados en tiempo real, todo esto ejecutándose en una red Blockchain que se ejecuta en	Por medio de contratos inteligentes se pueden realizar transacciones. Cualquier proceso, en este caso procesos que se ejecuten en votaciones electrónicas, Blockchain se puede implementar y lograr una eficacia en cuanto a confiabilidad y eficiencia al momento de ejercer el voto.	Se necesitan conocimientos extensos en base a cifrados como TLS.	Sí

	plataformas de desarrollo del mismo.			
Sistema de votación electrónica para elecciones de representantes de Órganos colegiados universitarios.	Al analizar los posibles sistemas web se determinaron los más fiables dependiendo de los requerimientos establecidos teniendo como referencia a Simply Voting, BallotBin, sistema de votación de la ESIME y sistemas de votaciones web confiables con las cuales se realizaron comparativas para determinar en base aspectos como sistemas web, adaptabilidad, autenticaciones, UI, registros, entre otros.	Se promueve a la participación estudiantil en procesos electorales remotos ya que presenciales la participación es menor.	Revisión constante de los sistemas de votaciones de miembros educativos como profesores, alumnos, personal administrativo, lo que conlleva a tiempo para implementarlo y recursos. Sin una tecnología de seguridad, los sistemas remotos son más vulnerables a ataques de terceros, suplantación de identidad y fraude electoral.	No
Sistema para la automatización del Proceso Electoral de las Asociaciones Estudiantiles en la Facultad de Ciencias, Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil.	La realización de un aplicativo móvil para el proceso de un sistema electoral y un apartado web en donde se monitorean en tiempo real los resultados que se arrojan durante el escrutinio es una solución para que los estudiantes al momento de ejercer el voto, haciéndolo de manera más fácil, segura y confiable, además de una participación más activa de los estudiantes.	Factibilidad por parte de los estudiantes al ejercer el voto. Participación más activa por parte de los estudiantes.	Mayores consumos de recursos, materiales, humanos, económicos. Posibles fallas de seguridad y vulnerabilidad de ataques. Posible fraude por falta de mencionada seguridad.	No

Se llevó a cabo un análisis de las características de los sistemas electorales estudiantiles, lo que permitió obtener una comprensión de los procesos involucrados en las elecciones estudiantiles. Se creó una tabla comparativa destacando procesos electorales tanto estudiantiles como fuera del ámbito estudiantil. Este enfoque proporcionó una visión de las similitudes y diferencias entre ambos tipos de elecciones, permitiendo identificar el funcionamiento y las características distintivas de cada uno.

3.1.3 Sistemas electorales estudiantiles y no estudiantiles

Para conocer aspectos claves sobre el funcionamiento de los sistemas electorales, como se muestra en la **Tabla 16** se realizó una comparativa por medio de una tabla en la que se muestran criterios claves significativos que se presentan al momento de aplicar procesos electorales en diferentes ámbitos sociales, en este caso, estudiantiles y no estudiantiles como por ejemplo elecciones presidenciales, etc.

Tabla 16. Comparativa entre sistemas electorales.

Criterios comparativos	Procesos electorales estudiantiles	Procesos electorales no estudiantiles.
Alcance	Se encuentra limitado a una población estudiantil específica en general.	Se encuentra abierto múltiples opciones de una manera más global, como lo son poblaciones de una ciudad, pueblo, cantón, provincia o país.
Proceso votación	En algunos casos, se conforma por un grupo de estudiantes los cuales son encargados de planificar y organizar actividades en la unidad educativa, mientras que, en otros, se trata de un comité específico, profesores o incluso en los propios estudiantes de manera directa.	Se lo conforma por un organismo más amplio en el aspecto de una organización capaz de cubrir a un país para realizar las actividades para el proceso electoral.
Tipos de electores	Estudiantes los cuales por lo general pertenecientes a colegios o universidades.	Por lo general personas mayores de edad y en otros casos son votos facultativos para personas entre 16 y 18 años.
Requisitos de elegibilidad	Se toman en cuenta a estudiantes matriculados en la institución educativa desde un cierto nivel.	Requisitos de edad y ciudadanía.

Candidatos	Estudiantes que buscan un cargo dentro de la institución.	Personas que buscan cargos políticos para gobernar una ciudad, provincia, país.
Enfoque	Está centrado en aspectos, actividades dentro de ámbitos estudiantiles.	Centrado en aspectos más sociales en los que la participación ciudadana de una ciudad, país están más participes.
Tiempo	El tiempo que se toma realizar es más corto y puede ser más flexible ya que el alcance está limitado.	El tiempo que se toma realizar una votación fuera del ámbito estudiantil puede tomar más tiempo como meses para la elaboración y planificación de proceso completo, debido a su alcance más amplio.
Problemas a abarcar	Pueden ser aspectos como la calidad de la educación, matriculas, bienestar estudiantil, organizaciones estudiantiles, entre otros.	En el aspecto no estudiantil, se puede abarcar temas más amplios como lo son política, economía, seguridad, salud, medio ambiente, entre otros que pueden llegar a formar departamentos encargados de cada uno.
Seguridad	El enfoque es específicamente en garantizar la integridad y privacidad de la comunidad estudiantil.	En este aspecto el enfoque está dirigido a una población más amplia, en este caso se extiende a niveles de seguridad pública nacional o local.
Confianza y transparencia	Enfocado en la confianza estudiantil se basa en asuntos internos que posean cada institución educativa, en base a una representación honesta y eficaz	Los candidatos en el aspecto no estudiantil, se debe tener un plan en el cual se cumplan gestiones gubernamentales y tomas de decisiones que sean de interés público.

Los criterios comparativos se seleccionaron específicamente para destacar las diferencias claves entre diferentes ámbitos y requerimientos electorales, para dar a conocer de forma más detallada el funcionamiento, las características que posee cada proceso, como por ejemplo la forma en la que se conforma un proceso de votación, es decir, los organizadores, coordinadores, en el ámbito estudiantil los representantes de cada facultad, el tipo de votantes, requisitos que cada persona debe cumplir dentro de cada proceso puede ser el caso de un alumno matriculado o una persona nacionalizada, el tiempo que toma realizar, las problemáticas a resolver dentro del entorno que se va a efectuar, la seguridad, confianza y transparencia que se tienen.

El resultado de la comparativa entre los diferentes procesos electorales dio paso a la identificación de diferentes características como por ejemplo la más significativa es la de la población y a que enfoque se dirige, en el caso de sistemas electorales estudiantiles se enfoca más en aspectos de bienestar estudiantil, al contrario de los

sistemas electorales de un ámbito más social como por ejemplo elecciones a nivel de una ciudad, provincia o país, que su enfoque es más amplio políticamente.

3.1.4 Base de datos

La elección de una base de datos es un aspecto fundamental en el desarrollo de aplicaciones web destinadas almacenamiento de los datos. La selección adecuada de una base de datos es fundamental para lograr escalabilidad y una alta disponibilidad, además de poder soportar una gran diversidad de datos. A continuación, en la **Tabla 17** se muestran aspectos característicos de bases de datos consideradas para la implementación en base a requerimiento del proyecto.

Tabla 17. Comparativa entre bases de datos.

Criterios comparativos	PostgreSQL	MongoDB	MySQL
Tipo de base de datos	Relacional, SQL (Structured Query Language).	Orientada a documentos, NoSQL.	Relacional, SQL (Structured Query Language).
Escalabilidad	Vertical y horizontal.	Horizontal.	Vertical y horizontal.
Modelado de datos	Se maneja con tablas y relaciones.	Registros como documentos BSON en colecciones.	Se maneja con tablas y relaciones.
Ejemplos de casos de uso	Aplicaciones analíticas a grandes escalas de propósitos generales.	Aplicaciones tanto web, móvil y IoT.	Aplicaciones en sistemas empresariales y propósitos generales.
Seguridad	Características avanzadas, manejo de roles y permisos a nivel de columna.	Basada en la autenticación y controles de acceso.	Incluye autenticación, controles de acceso.
Tiempo de inactividad	Tiempo mínimo para realizar algunas operaciones de administración.	Muchas operaciones de administración en línea sin tiempo de inactividad.	Tiempo mínimo para algunas operaciones de administración.
Herramientas de administración	Herramienta principal pgAdmin.	Herramienta principal Compass para MongoDB.	Herramientas como MySQL Workbench.
Tamaño máximo de las BD	Capacidad de gestión de bases de datos de gran tamaño, soporta terabytes.	Maneja bases de datos de un tamaño considerable.	Maneja bases de datos de medianamente a grandes tamaños.
Comunidad y soporte	Amplia comunidad y a su vez su documentación.	Comunidad activa, así como su constante crecimiento de la documentación.	Amplia comunidad y disponibilidad en su documentación.

Se optó por PostgreSQL basándose en los criterios presentados en la **Tabla 17**. Esta elección se fundamenta en varios factores necesarios para el proyecto, como la utilización de Blockchain como registro inmutable. Dado que un sistema electoral maneja una gran cantidad de datos, se consideró la capacidad de PostgreSQL para gestionar volúmenes elevados, garantizando un mejor rendimiento. Además, se valoró la seguridad y la escalabilidad de PostgreSQL, aspectos cruciales para adaptarse a posibles incrementos en las características del proyecto.

3.1.5 Framework de desarrollo web

Los framework para el desarrollo se seleccionaron con base a las necesidades del proyecto, las ventajas y herramientas que aportan cada uno y a los conocimientos adquiridos. Para el presente proyecto se tomaron en cuenta framework para el desarrollo de interfaz de usuario (FrontEnd), esto por parte del interfaz de usuario con el que se puede interactuar que se presentan a continuación.

Angular

Uno de los framework con manejo de TypeScript más utilizados en aspecto de potencial al momento del desarrollo web específicamente para aplicaciones frontend es Angular, ya que se maneja un estilo conocido como SPA (Single Page Application) o también PWA (Progressive Web App). Lo que hace la mejor alternativa al momento de crear aplicaciones es su escalabilidad, que en el caso del presente proyecto al utilizar la tecnología Blockchain que evoluciona y se mantiene en constante crecimiento, es adecuado en dicho término [12].

React

También llamada React.js o ReactJS, se trata de una biblioteca que maneja código abierto para el diseño de interfaces para usuarios con la finalidad del desarrollo web, se basa en un patrón Modelo – vista – Controlador o abreviado MVC o también como Modelo – vista -modelo de vista por sus siglas MVVM. La lógica de programación es entendible y fácil de aprender, maneja HTML y ofrece un gran nivel de flexibilidad. Utiliza una librería cien por ciento JavaScript altamente actualizado por sus desarrolladores. A comparación con Angular el presente framework necesita un

conjunto de herramientas con las cuales puedan dificultar lo que son las pruebas y depuraciones [13].

Vue.js

Al igual que React, Vue maneja librerías JavaScript de la misma forma para construir interfaces de usuario con el manejo de HTML, CSS, de igual manera que Angular se maneja por componentes lo que facilita la programación, posee un enfoque para dividir el modelo en 3 partes las cuales son Model – View – viewModel. Vue.js no posee con apoyo suficiente para la creación de proyectos de una escala alta debido a que desarrolladores optan por Angular o React para el desarrollo debido a su popularidad [14].

Ember

De igual manera que Vue y React, Ember es un framework que maneja JavaScript apoyado en bibliotecas que utilizan jQuery, esto bajo el modelo MVC (Modelo – vista – controlador) con el fin de crear aplicaciones para la parte de usuarios. Ember simplifica el trabajo por medio de rutas anidadas, lo que significa que tiene la capacidad de compartir Router, Controlador y Vista. Ejemplos de aplicativos desarrollados con Ember son Heroku, Square, LinkedIn [15].

Se presenta una tabla comparativa en las que se detallan aspectos claves que se tomaran para seleccionar el más adecuado framework para el desarrollo del proyecto, como se muestra a continuación.

Tabla 18. Comparativa entre Frameworks Front-End.

Framework	Angular	React	Vue.js	Ember
Lenguaje	TypeScript	JavaScript	JavaScript	JavaScript

Estilo de componentes	Maneja HTML con decoradores CSS.	JSX (JavaScript XML), no posee un enfoque específico para estilos, en este caso utilizan bibliotecas como Styled Components o Emotion.	Maneja plantilla Vue. Además de un enfoque integral para el manejo de estilos, ofrece estilos en línea, CSS y soporte para CSS en módulos.	Plantillas Handlebars (HBS). Por lo general estos estilos suelen estar en archivos CSS separados.
Gestión de estados	Maneja servicios, inyección de dependencias y ciclo de vida de componentes	Capacidad de manejar estados locales y externos como Mobx o Redux	Tiene propiamente Vue DevTools para depuraciones	Soporte para Ember inspector
Escalabilidad	Mediana y altamente adecuada para aplicaciones de gran tamaño	Mediana y altamente adecuada sin embargo con dependencia a la elección de arquitecturas	Mediana y altamente adecuada en especial para el uso de Vuex	Mediana y altamente adecuada para aplicaciones medianas y grandes
Compatibilidad con rutas	Por defecto incorpora un enrutador	Requiere bibliotecas de enrutamiento como React Router	Por defecto incluye un enrutador	Por defecto incorpora un enrutador

Por la parte Front-End se optó por Angular, ya que angular posee la capacidad de crear y reutilizar componentes de manera más ágil, acelera el proceso para la creación de aplicativos webs como es el caso del presente proyecto, además del manejo de rutas integradas que hacen el desarrollo de aplicaciones más rápidas y seguras gracias a los roles y permisos que se pueden asignar. Por último, la consideración de poder ser escalable.

Para procesos transaccionales (Back-end) por otro lado se tomaron frameworks como Node.js, Express y ASP.NET Core, esto por parte de servidor, que básicamente se encarga de procesos transaccionales, los cuales se presentan a continuación.

Node.js

Se trata de un entorno capaz de realizar desarrollo de aplicaciones escalables por parte de servidores con la capacidad de utilizar JavaScript, con el administrador de paquetes NPM que quiere decir Node Packet Manager ha sido posible el crecimiento del entorno Node.js [16].

Una de las ventajas que posee es la ejecución de tareas de manera asíncrona para poder reducir el tiempo de ejecución, esto sucede porque Node.js gestiona las diferentes conexiones que se crean por medio de subprocessos que generan una disponibilidad más alta de servicios evitando la generación de cuellos de botellas [17].

Express.js

Es un framework que se compone de características robustas para el desarrollo web y móvil, con la capacidad de crear API's con la ayuda de métodos HTTP y middleware. Su infraestructura Node.js es mínima y flexible. [18]. Posee mecanismos que ayudan al desarrollo de aplicaciones como el ya mencionado método HTTP, conectar con motores de visualización (vistas) para generar respuestas a partir de datos insertados en plantillas. Incorporar procesamiento adicional de solicitudes en cualquier parte del proceso de manejo de la solicitud [19].

ASP.NET Core

.NET se trata de una plataforma de desarrollo open source creada por Microsoft con una amplia cantidad de herramientas, lenguajes y bibliotecas para la creación de aplicaciones, tiene una funcionalidad más rápida en los bancos de pruebas de TechEmpower independientes. En cuanto a seguridad posee protocolos de autenticación lo que permite proteger contra scripting y falsificaciones de sitios, además de contar con una base de datos de usuarios integrada que es compatible con la autenticación multifactor. Compatibilidad con Linux, macOS y Docker [20].

Características que se incluyen en la plataforma .NET [21]:

- C#, F# y lenguajes de programaciones de Visual Basic.
- Múltiples librerías básicas.
- Herramientas y editores para los sistemas operativos adaptativos a cada uno.
- Extensión de editores que ayudan al mejor y más rápido codificado.
- Librerías en común, además de tener una infraestructura MVS (Modelo – vista – controlador).

A continuación, se presenta una tabla comparativa en la cual se resumen aspectos sobre los frameworks que se consideran para el desarrollo.

Tabla 19. Comparativa entre Frameworks Back-End.

Framework	Node.js	Express.js	ASP.NET Core
Lenguaje	JavaScript	JavaScript	C#
Entorno	Proporciona ejecución de código JavaScript en un servidor en lugar del navegador	Se basa en Node.js con el fin de crear servidores web basadas en JavaScript	En si es un servidor que se basa en C# y .NET Core
Arquitectura	No prescribe específicamente una arquitectura, ofrece opciones como arquitecturas monolíticas, capas, microservicios, entre otros.	Cuenta con una arquitectura middleware basada en funciones	Posee una arquitectura MVC o API lo que brinda una organización en su estructura
Escalabilidad	Posee una estructura altamente escalable para aplicaciones con concurrencias altas y requerimientos cambiantes	Realiza una integración con Node.js para aplicaciones escalables	Es escalable utilizado ampliamente en ámbitos empresariales
Seguridad	No ofrece características incorporadas en base a seguridad por lo que requiere atención adicional	Proporciona características solidas en cuanto a seguridad como por ejemplo autenticación de identidades y añade políticas de seguridad	Proporciona características avanzadas de autenticación, autorización que protege contra vulnerabilidades
SopORTE multiplataforma	Multiplataforma que se puede ejecutar en varios sistemas operativos como	Compatible con múltiples plataformas, esto por lo que está basado en Node.js	Ejecución compatible con sistemas operativos como Windows, macOS y Linux

	Windows, macOS y Linux		
--	---------------------------	--	--

Por la parte del Back-End, luego de realizar una comparativa entre las diferentes alternativas, se optó por la selección de Node.js, debido a su escalabilidad en aplicaciones web como es el caso del presente proyecto, brinda varias opciones al momento de seleccionar la arquitectura, además de ser compatible con múltiples sistemas operativos y ofrece un propio manejo de la seguridad.

3.1.6 Metodologías para el desarrollo web.

Se llevó a cabo con el fin de gestionar el proyecto una comparativa entre metodologías ágiles considerando diferentes limitaciones como el tiempo, recursos o posibles inesperados eventos, además de tener un orden para la realización del proyecto investigativo, por lo que a continuación se presentan una comparativa sobre las características que poseen cada una.

Metodología Scrum

Scrum es un marco de trabajo ágil el cual es ampliamente utilizado en ámbitos de gestión de proyectos y desarrollo de software, además se caracteriza por tener un enfoque colaborativo, continuamente adaptativo y la entrega incremental. La idea de implementar esta metodología se basa en proyectos complejos que se puedan beneficiar al poder dividirse en iteraciones conocidas como Sprint en las cuales se entregan incrementos funcionales. El enfoque que brinda flexibilidad para adaptarse a cambio, además de entregas constantes de valor al cliente para así fomentar una mejora continua a lo largo del desarrollo del proyecto [22].

Scrum se compone de los siguientes roles [23]:

- **Product Owner:** el objetivo principal es el de priorizar las necesidades del cliente, asegurando que el equipo de desarrollo lo comprenda, además gestiona Product Backlog, que se trata de una lista de requisitos y características como una guía.

- **Scrum Master:** se trata principalmente de ayudar al equipo de desarrollo a comprender, seguir con lo planificado y eliminar obstáculos que se puedan presentar en el progreso. Además de una mejora continua.
- **Equipo de desarrollo:** es un grupo de profesionales los que llevan a cabo el desarrollo del proyecto planteado.

También poseen eventos llamados “Sprint”, que es un periodo de tiempo fijo y corto de dos a cuatro semanas por lo general, Sprint Planning es donde se decide todas las tareas que se van a realizar y los incluye en una lista llamada Sprint Backlog, Daily Scrum que se basan en reuniones de cortas duraciones para actualizaciones y coordinar actividades, Sprint Review que se lleva a cabo al termino de cada Sprint en donde se presentan incrementos en el proyecto, Sprint Retrospective se trata de una reunión en donde se discuten mejoras y revisiones [23]

Metodología Kanban

Kanban su significado “tarea visual”, se trata de una metodología para la gestión de procesos y proyectos utilizada por lo general en industrias alrededor del mundo, se basa específicamente en la visualización de tareas y procesos que se realizan por medio de tableros y tarjetas, que cada columna se representa como, en cola, en ejecución, finalizado, por hacer y listo. Se centra en la optimización del flujo de trabajos para que se puedan manejar de manera más efectiva la cantidad de trabajo [24].

Lo que se utiliza para la visualización de trabajos son tablero, con los cuales se dividen en columnas que cada una representa estado o etapas del proceso, es así que una tarea se puede mover por medio de una tarjeta lo cual representa el progreso del proceso [24].

Un problema que se puede presentar con dichas tarjetas es una sobrecarga en las columnas, por lo que Kanban impone límites sobre el número de tarjetas permitidas lo que ayuda a mantener un flujo constante de trabajo. Esta metodología es adaptativa a las prioridades del cliente, a lo que el cliente demanda. Con todo esto lo que se promueve dentro de la metodología Kanban es una mejora continua con respecto a la

medición del tiempo y acerca de la eficiencia de las tareas identificando oportunidades para optimizar el flujo de trabajo [24].

Las consideraciones que se establecen son visualizar el flujo de trabajo, determinación del trabajo en progreso o Work In Progress abreviado WIP y controlar el tiempo que se le da a una actividad que se denomina “Lead Time” [24].

Metodología Extreme Programming (XP)

Se trata de una metodología de software ágil que se basa principalmente a la mejora de la calidad del software y la satisfacción de los requerimientos del cliente para crear un ambiente laboral alto. Se basa en prácticas con enfoque a comunicación y retroalimentación constante, además de promover prácticas y valores colaborativos por parte de los miembros del equipo a un ambiente evolutivo en base a requisitos del proyecto [24].

Fases en su ciclo de vida [24]:

- Explorar.
- Planificación de entregas.
- Iteración entre actividades.
- Producción.
- Mantenimiento.
- Fin ciclo de vida.

Para resumir lo presentado, se muestra en la **Tabla 20** una comparativa entre 3 metodologías consideradas para la aplicación de la misma:

Tabla 20. Comparativa entre Frameworks.

Criterios comparativos	Scrum	Kanban	Extreme Programming (XP)
Enfoque	Iterativo incremental.	Flujo continuo por una gestión visual.	Desarrollo de software ágil.

Roles	Scrum Master, Product Owner, Equipo de Desarrollo.	No existen roles como tal, se designan tareas a desarrolladores.	Desarrollador, Cliente.
Herramientas	Jira o Trello.	Herramientas visuales como Monday Dev, Trello, etc.	Colaborativas para ayudar al desarrollo como Eclipse, Git.
Flexibilidad	Cambios poco flexibles durante el Sprint.	Flexible al cambio en cualquier situación.	Flexible y adaptable.
Manejo de Problemas	Alto grado de complicación en los Sprints.	Se manejan de manera continua.	Comunicación continua.
Rendimiento	Se utilizan métricas, como la agilidad del equipo.	Métricas como Lead Time y el Cycle Time.	Se enfoca en la calidad y eficiencia.
Escalabilidad	Complejidad al momento de adaptarse a cambios.	Se adapta a cualquier cambio de manera natural.	Por medio de prácticas ágiles y refactorización

A través de la evaluación de las metodologías ágiles aplicadas al desarrollo web, se hace énfasis al tema Blockchain y la posibilidad de que las necesidades del sistema evolucionen, requiriendo flexibilidad y adaptabilidad. En este contexto, se ha optado por la implementación de la metodología Kanban. Esta elección se fundamenta en su capacidad para ofrecer flexibilidad ante cambios, un enfoque iterativo para mejoras continuas y la promoción de la transparencia. La utilización de tableros en el marco de Kanban contribuye a optimizar el tiempo de procesos, una consideración crucial en el contexto electoral. Cabe destacar que esta decisión se toma con el objetivo de asegurar una gestión eficiente y adaptable al dinamismo propio del desarrollo del sistema.

3.2 Desarrollo de la propuesta

3.2.1 Aplicación de la metodología

Para una correcta manera de manejar el proyecto con la metodología Kanban se utilizó el servicio de gestión de proyectos Monday Dev, el cual posee una interfaz intuitiva además de que se pueden agregar diversas columnas con diferentes procesos dependiendo de los requerimientos del proyecto, para el presente proyecto se dará uso a una vista de tablero Kanban en el cual se desplegarán las tareas y en qué estado se encuentran.

Las tareas por realizar se presentan a continuación:

- Investigación Inicial:
 - Análisis de requisitos y características de sistemas web electorales.

- Diseño de la arquitectura:
 - FrontEnd.
 - Backend.
 - Integración Blockchain.

- Pruebas de funcionamiento.

3.2.2 Flujo de trabajo

Como se muestra en la **Figura 11**, por medio de Monday Dev se da uso al tablero Kanban en el cual se muestran las diferentes tareas como, listo para empezar, en proceso, detenido y terminadas.

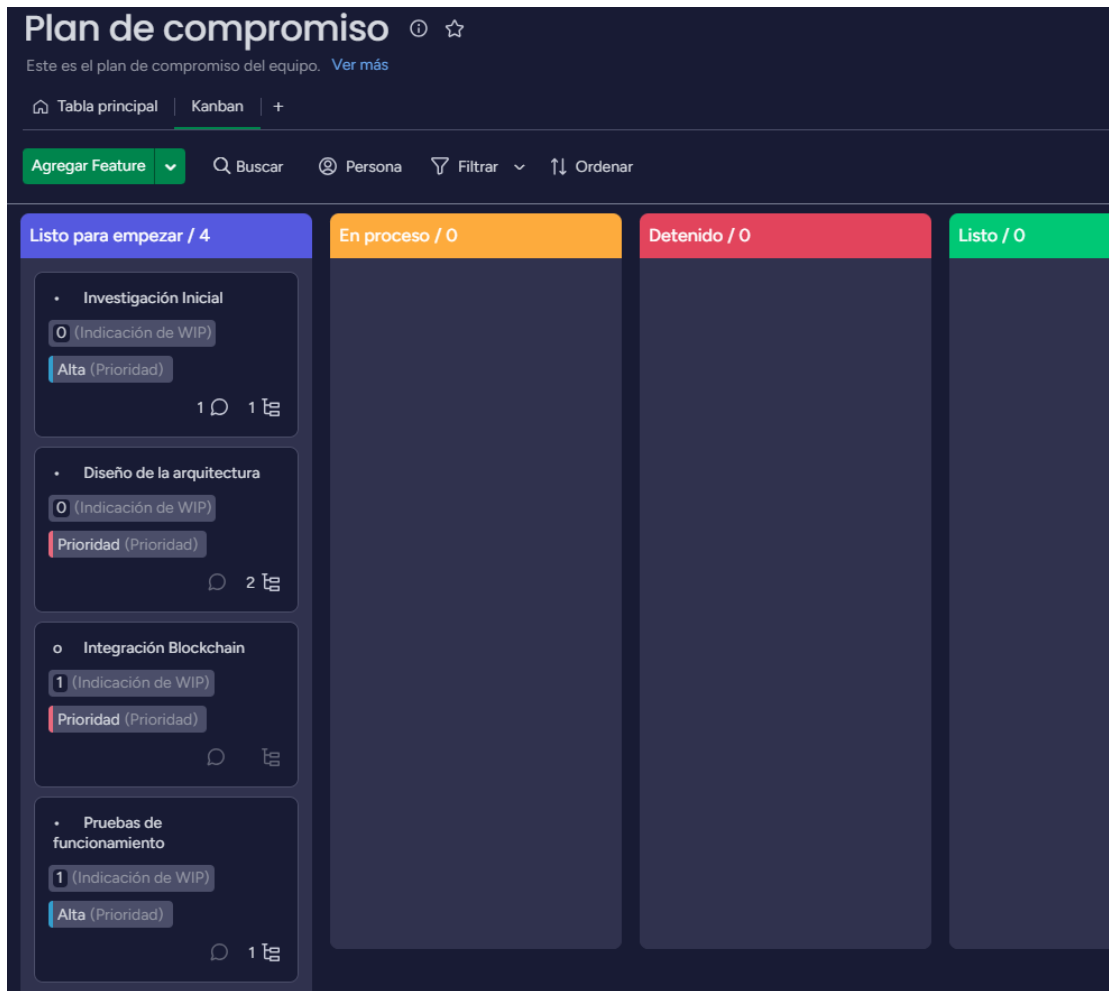


Figura 11. Tablero Kanban.

1. Diseño de la arquitectura.

Para la estructura del sistema web, se utilizó las herramientas seleccionadas en este caso para el presente proyecto se utilizará Angular como desarrollo de interfaz de usuario que se trata de FrontEnd, Node.js para BackEnd por parte del servidor para peticiones HTTP, y PostgreSQL para el diseño y almacenamiento de la base de datos. Por parte de seguridad se implementará Blockchain por la parte de servidor para registrar las transacciones referentes a la recepción de votaciones.

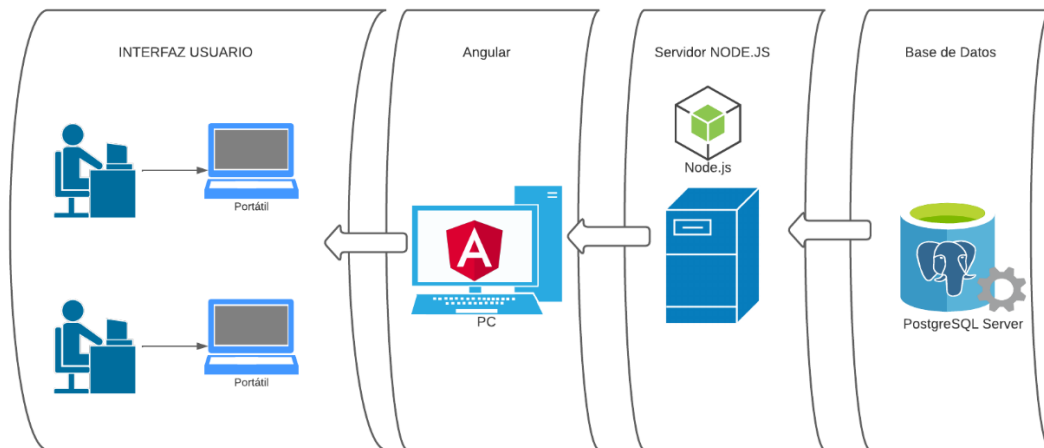


Figura 12. Arquitectura.

Se trabaja con la estructura siguiente basado en la **Figura 12** que contiene los siguientes componentes:

- Bases de Datos: sección en donde se almacenarán los datos necesarios para el apartado de validaciones.
- Servidor: Node.js se utilizará para las transacciones que por medio de peticiones HTTP se encargará del procesamiento de datos.
- Angular: Se encargará de crear las rutas por las cuales el usuario tendrá la posibilidad de navegar.
- UI o Interfaz de Usuario: es la experiencia que tendrá el usuario al interactuar con el sistema por medio de un dispositivo.

Dentro de cada bloque que corresponde a la arquitectura del proyecto, se utilizan herramientas para el desarrollo dependiendo de cada requerimiento.

PostgreSQL

En la base de datos se tomará PostgreSQL por su escalabilidad y por las diferentes funciones que favorecen a la seguridad de los datos. Como se muestra en la **Figura 13** el esquema utilizado para el almacenamiento de los datos.

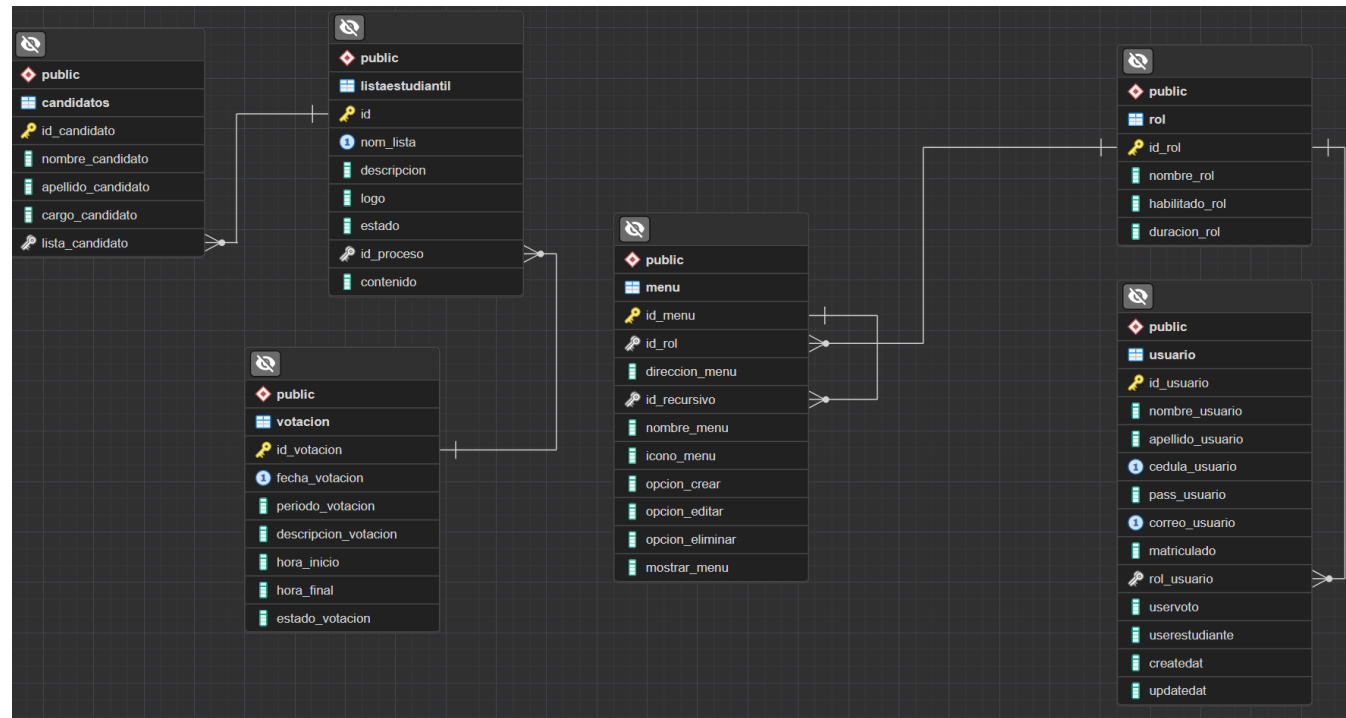


Figura 13. Esquema Base de datos.

Por medio de avances se procede a colocar las tarjetas del tablero Kanban en sus respectivas columnas dependiendo del porcentaje que se presenta el proyecto en los tiempos estimados, como se muestra en la **Figura 14** donde se puede visualizar tareas finalizadas, en proceso y pendientes.

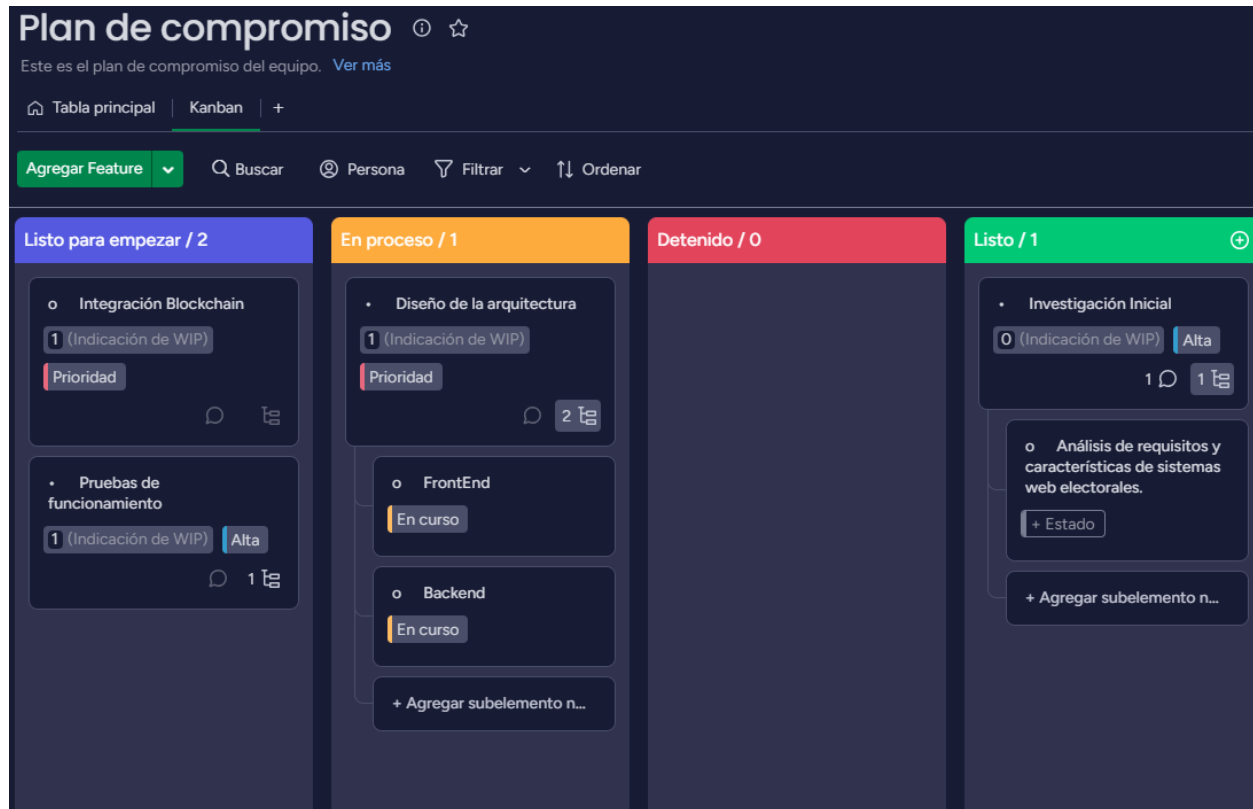


Figura 14. Avances de tareas por tablero Kanban.

1.1. Desarrollo Backend

Node JS

Por la parte del servidor se hará uso de Node JS debido a su escalabilidad y control en aspectos como el control de rutas, conexión con la base de datos, control de seguridad. A continuación, se muestra en la **Figura 15**. Estructura archivos backend. la estructura de archivos que se manejaron.

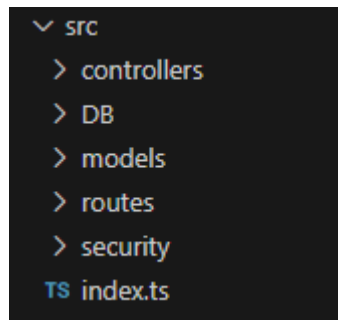


Figura 15. Estructura archivos backend.

- **Controllers.** Se realizan todas las operaciones SQL para cada una de las tablas y procesos de datos.
- **DB.** Donde se establece la conexión necesaria a la base de datos.
- **Models.** Se define la estructura de cada uno de los campos de las tablas que se encuentran en la base de datos, campos como lo son los id, nombres, etc.
- **Routes.** Aquí se definen las rutas que por medio del navegador va a poder acceder a las diferentes transacciones que se realizaran, aquí se tienen rutas globales y rutas específicas en donde se encuentran métodos que se ejecutan en la carpeta controllers.

La funcionalidad de toda la estructura para el funcionamiento se determina por rutas las cuales son las encargadas de poder redireccionar a los diferentes métodos y las que se muestran en la **Figura 16**.

```

// ROUTES USUARIOS
app.use('/api/user', authRoutes);
app.use('/api/candidatos', candidatosRoutes);

// VOTACIONES
app.use('/api/listaVotacion', listaRoutes);
app.use('/api/votaciones', votacionesRoutes);

// PROCESO ELECTORAL
app.use('/api/votoblock', votoRoutes);
app.use('/api/procesos', procesosRoutes);

```

Figura 16. Rutas Generales a métodos.

Por medio de la autenticación de usuario mediante un inicio de sesión se toma el rol del usuario y con esto identificar si es estudiante o administrador, por lo tanto, se redirige a la obtención de información con respecto al rol de usuario.

```

router.post('/login', login);

router.get(['/navegacion', tokenGenerate, getMenuItems]);

router.get('/listae', tokenGenerate, getListasEstudiante);
router.post('/registrare', tokenGenerate, createEstudiante);
router.put('/updatee', tokenGenerate, updateEstudiante);

export default router;

```

Figura 17. Redireccionamiento según rol.

En la **Figura 17** se muestra las rutas que contienen las validaciones de usuarios con respecto al rol del mismo el cual es manejado por un método interno para procesar la información que se entrega por parte de la base de datos, como se muestra en la **Figura 18** se muestra el menú de opciones al que el usuario tendrá acceso en base al rol.

```

export const getMenuItems = async (req: Request, res: Response) => {
  try {
    const rol = req.userRol;
    const menuRepository = getRepository(Menu);
    const menu = await menuRepository.find({
      where: { id_rol: rol },
      order: { id_recurso: 'ASC' },
    });

    let menunode: Menu[] = [];
    if (menu.length > 0) {
      const menupadres = menu.filter((o: Menu | ObjectLiteral): o is Menu =>
        (o as Menu).direccion_menu === null && (o as Menu).id_recurso === null
      );

      menupadres.forEach((o: Menu) => {
        o.hijos = menu.filter((m: Menu) => o.id_menu === m.id_recurso);
        menunode.push(o);
      });
    }

    return res.status(200).jsonp({
      cod: 'OK',
      message: '',
      menu: menunode,
    });
  } catch (error) {
    return res.status(500).jsonp({
      message: 'Error al ingresar',
    });
  }
};

```

Figura 18 . Método para obtener menú.

1.2. Desarrollo FrontEnd

Angular

En la parte del frontend la herramienta que se utilizara es Angular, por su precisión y velocidad para crear aplicaciones el cual tiene varias opciones como lo son reutilización de código, manejo de rutas que aportan al proyecto debido a sus requerimientos. A continuación, se muestra en la **Figura 19** lo que es la estructura de archivos angular.

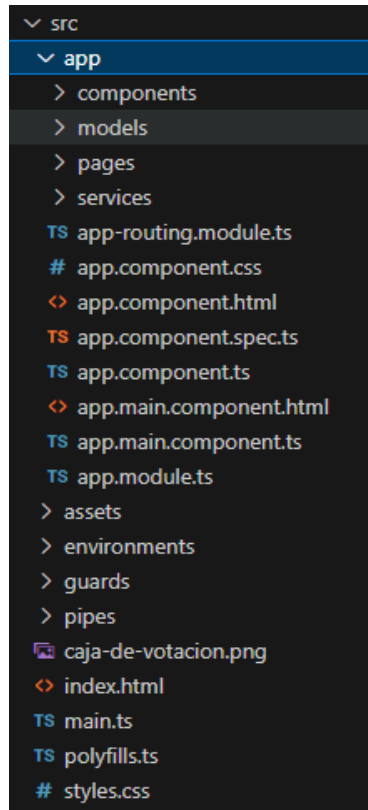


Figura 19. Estructura archivos frontend.

- **SRC.** Posee toda la estructura con archivos y carpetas necesarias para el manejo del proyecto, aquí se encuentra el archivo index.html en donde se encuentra la raíz de toda la página web.
- **APP.** Se encuentran los archivos principales como rutas y controladores necesarios.
- **Components.** En donde están los componentes y configuraciones para el menú lateral de opciones que en base al rol del usuario se podrá acceder a las diferentes opciones.
- **Models.** Se define la estructura de los campos de las diferentes tablas que posee la base de datos PostgreSQL para la conexión a la base de datos y poder manipular los datos de usuario, roles, procesos electorales, etc.
- **Page.** Este directorio posee subniveles de carpetas en los cuales contienen controles sobre la página de inicio de sesión, página que redirige tanto para las

opciones que tiene los administradores y por otra parte las opciones de votantes. Además, es donde se encuentran las interfaces donde se puede visualizar la estructura Blockchain y los datos estadísticos de las elecciones.

- **Pipes.** Es donde se encuentran los filtros para la transformación y búsquedas de los datos que se reciben. En este caso el filtro para buscar por medio de nombres, cedula.
- **Services.** Donde se encuentran las rutas en este caso de la API de Node.js y lo complementa con los métodos con los cuales se realizarán los procesos que por medio de solicitudes HTTP se lograra obtener datos de los votantes, candidatos, listas electorales, etc.
- **App-routing.module.ts.** se manejan las rutas generales y el acceso que tienen a los métodos que provienen desde el backend. Se encarga de redirigir al usuario a las diferentes rutas como lo son el inicio de sesión, página de votaciones en el caso de los estudiantes, registros en el caso de los administradores, etc.
- **Archivos app-routing.module.html.** contiene la página visual para el usuario en donde se encuentran las rutas del menú, login y dashboard es donde se encuentran todo lo necesario para que todas las rutas tengan acceso entre sí.
- **Assets.** Se puede encontrar todos los recursos en este caso las imágenes que se cargan en la página web electoral.
- **Enviroments.** Posee la dirección de acceso a la API en donde se reciben los métodos para la conexión completa entre la base, backend y frontend. En si es el puente por el cual los datos tienen acceso al sistema electoral.
- **Guards.** Es donde la verificación de usuarios es manejada por parte del frontend, aquí es donde se redirigen a los usuarios dependiendo si están autorizados o no a las diferentes páginas.

Realizado tanto la parte del servidor como de la interfaz de usuario, continuando con la metodología seleccionada se procede a ubicar las tarjetas que reflejan el progreso en el tablero Kanban, como se muestra en la **Figura 20** la siguiente fase en el desarrollo de la propuesta es la integración Blockchain.

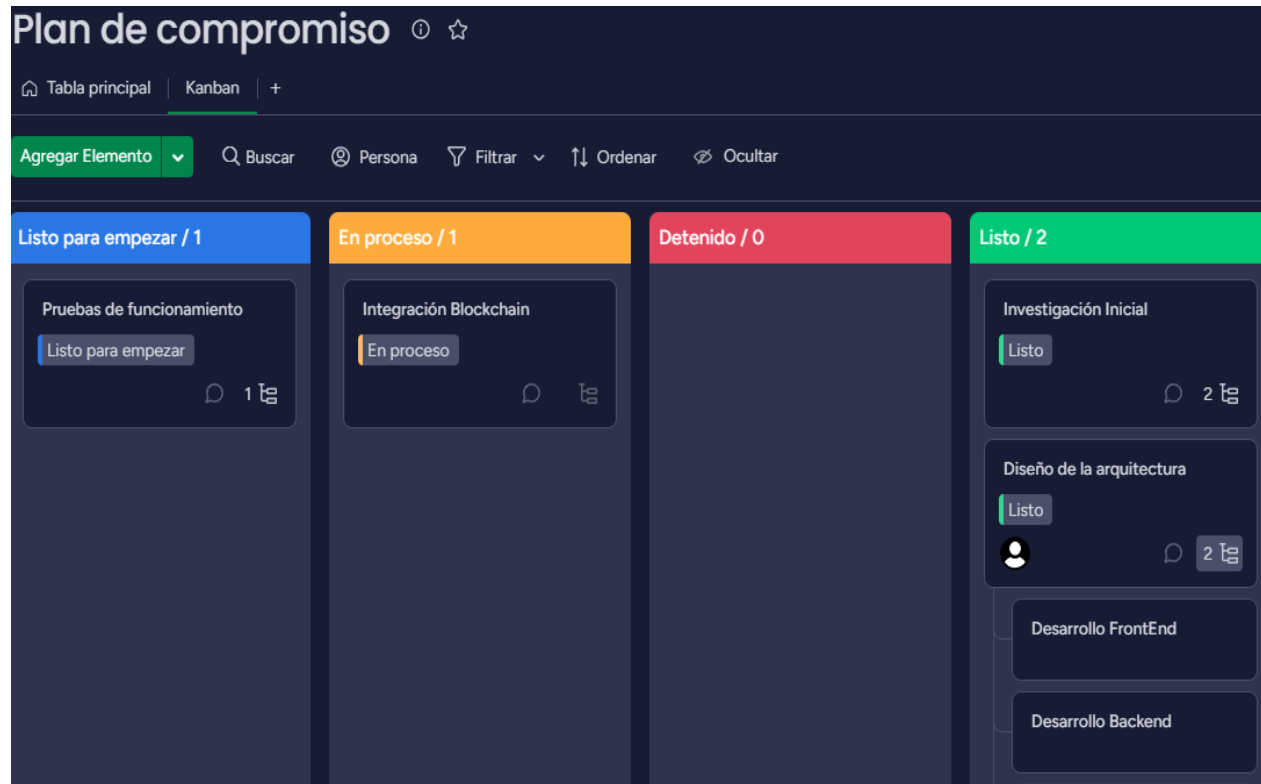


Figura 20. Tablero Kanban actualizado últimas etapas.

2. Integración Blockchain

La integración de la tecnología Blockchain al sistema electoral se lo llevó a cabo a partir de la realización de las interfaces y especialmente los métodos correspondientes al proceso de votaciones en donde se registran los votos, para lo cual en la **Figura 21** se muestra el método por el cual los votos se registran y a su vez dentro del mismo se ubica el método en donde se crea el proceso electoral dentro de una red Blockchain.

```
export const registerVotacion = async (req: Request, res: Response) => {  
  
  let { descripcion_votacion, periodo_votacion, fecha_votacion, hora_inicio, hora_final } = req.body  
  
  try {  
    const votacion = await insertSQL(descripcion_votacion, periodo_votacion,  
                                     fecha_votacion, hora_inicio, hora_final);  
  
    if (!votacion) {  
      return res.status(200).jsonp({  
        cod: "ERROR",  
        message: "No se guardo el proceso",  
      });  
    }  
  
    const blockchain = new Blockchain();  
    blockchain.createBlockchain(periodo_votacion + descripcion_votacion.trim());  
  
    return res.status(200).jsonp({  
      cod: "OK",  
      message: 'Se guardo el proceso',  
    });  
  } catch (error) {  
    return res.status(500).jsonp({  
      message: 'Fallo en la DB',  
    });  
  }  
};
```

Figura 21. Método para registrar proceso electoral.

El método **createBlockchain** toma los datos del periodo académico y la descripción en el que se va a realizar las votaciones.

```
const blockchain = new Blockchain();  
blockchain.createBlockchain(periodo_votacion + descripcion_votacion);
```

Figura 22. Método para crear el proceso en un entorno Blockchain.

Para crear toda la red Blockchain, se muestran una serie de pasos que se tienen que realizar para que se pueda generar desde un bloque único hasta una red Blockchain completa.

- Obtener las propiedades de un bloque.
- Calcular en base a datos únicos, una clave o Hash único que los represente.
- Minar un bloque con una dificultad específica, pero valida y obtener toda la estructura la cual se compone de un index, hash, hashAnterior, data, etc.
- Obtener el bloque y añadirlo a la red.
- Obtener datos del bloque anterior que se añadió para poder tomar su Hash y crear una conexión sucesiva entre bloques.

Teniendo en cuenta la secuencia para la obtención de un bloque hasta llegar a una red completa, se tiene primeramente las propiedades del bloque como se muestra en la **Figura 23**. Propiedades de un bloque.:

```
class Block {
    static currentNonce = 0;

    public nonce: number;
    public hash: string;

    constructor(
        public index: number,
        public timestamp: any,
        public data: any,
        public hashAnterior: string = ""
    ) {
        this.nonce = this.minarBloque(2);
        this.hash = this.calcularHash();
    }
}
```

Figura 23. Propiedades de un bloque.

Clase Block. Donde se encuentran las propiedades que tiene un bloque Blockchain. En sí, es el modelado que forma un único bloque que se va a integrar a una cadena de bloques después de asignar datos a cada propiedad.

A su vez como se muestra en la **Figura 24** se encuentra el método para calcular el Hash único de un bloque. Tomando un bloque y realizando los cálculos respectivos con las propiedades de un bloque.

```
function calcularHash(block: any) {
  return SHA256(
    block.index +
    block.timestamp +
    block.hashAnterior +
    JSON.stringify(block.data) +
    block.nonce
  ).toString()
}
```

Figura 24. Calcular HASH de un bloque.

En la **Figura 24** se tiene como algoritmo para encriptar los datos a **SHA256** para poder asignar una clave (hash) o identificador único de una cadena de caracteres fija de 256 bits o 32 bytes al bloque, esto para garantizar la seguridad de los datos e integridad de los mismos en transacciones en este caso en el registro de votos.

La dificultad dentro de la minería de un bloque declarada como se muestra en la **Figura 25**, es el consumo de los recursos mientras más elevado sea el valor de la dificultad de minado, el grado de poder encontrar un “nonce” con los criterios adecuados para un bloque es más complicado.

```
public dificultadMinado = 2;
```

Figura 25. Dificultad para minar un bloque.

Por otro lado, el encriptado de los datos de los usuarios se los realiza por medio del backend, se utiliza la biblioteca jsonwebtoken junto con Express para generar un token JWT. El token se obtiene de la cabecera de autorización de una solicitud HTTP, se verifica y se decodifica con una clave secreta.

```
if (!token) return res.status(401).jsonp({ message: 'Acceso denegado' });
const payload = jwt.verify(token, process.env.TOKEN_SECRET || 'tokentest') as IPayload;
if (!payload) return res.status(401).jsonp({ message: 'Token invalido' });
```

Figura 26. Obtención del Token.

Con los métodos planteados, se procede a la minería de los datos con el método presentado en la **Figura 27**.

```
minarBloque(dificultad: number): number {
  let nonce = 0;
  while (this.hash.substring(0, dificultad) !== Array(dificultad + 1).join('0')) {
    nonce++;
    this.hash = Block.calcularHash([
      this.index,
      this.timestamp,
      this.data,
      this.hashAnterior,
      nonce]);
  }
  return nonce;
}
```

Figura 27. Método para minar un bloque.

Teniendo todas las propiedades y el Hash de un bloque minado, se procede a crear el bloque como se muestra en el método que se presenta en la **Figura 28**. Se crea el bloque con todas sus propiedades, se toma el último bloque, se obtienen los datos mencionados, se mina una clave y se añade a la red.

```
createBlock(filename: string, data: any): void {
  const lastBlock = this.getLastBlock();

  if (!lastBlock) {
    log('No hay bloques en la cadena. Crea el bloque firstBlock primero.');
```

```
    return;
  }

  const newBlock = new Block(
    lastBlock.index + 1,
    new Date().getTime(),
    data,
    lastBlock.hash
  );

  newBlock.minarBloque(this.dificultadMinado);
  this.addBlock(newBlock, filename);
}
```

Figura 28. Método para crear un bloque.

Teniendo el bloque individual creado se añade a la red Blockchain, como se presenta en la **Figura 29**, en la que se controla si el índice no corresponde con la secuencia, el Hash anterior no concuerda con el actual por posible alteración o manipulación, el cálculo del bloque no fue el adecuado lo que significaría que el bloque que se quiere añadir puede ser intentos de fraude y al final si pasa todas las restricciones el bloque creado se añade a la red.

```
addBlock(newBlock: Block, filename: string): void {
  const lastBlock = this.getLastBlock();

  if (
    newBlock.index !== lastBlock.index + 1 ||
    newBlock.hashAnterior !== lastBlock.hash ||
    newBlock.hash !== newBlock.calcularHash()
  ) {
    log('Validación de bloque fallida. El bloque no se añadió.');
```

```
    return;
  }

  this.linkBlock.push(newBlock);
  updateRedBlockchain(filename, JSON.stringify(this.linkBlock));
  log('Bloque añadido correctamente a la cadena.');
```

```
}
```

Figura 29. Añadir a la red Blockchain

3. Pruebas de funcionamiento

Una vez terminado el proceso de integración Blockchain al proceso electoral, se comprueba de forma local el funcionamiento por medio de la estructura de una red Blockchain, esto se lo realiza así para poder evaluar el sistema dentro de un entorno controlado para el manejo de errores, posibles falencias y mejoras que se puedan presentar. Se muestra la etapa final por medio del tablero Kanban que se muestra en la **Figura 30**.

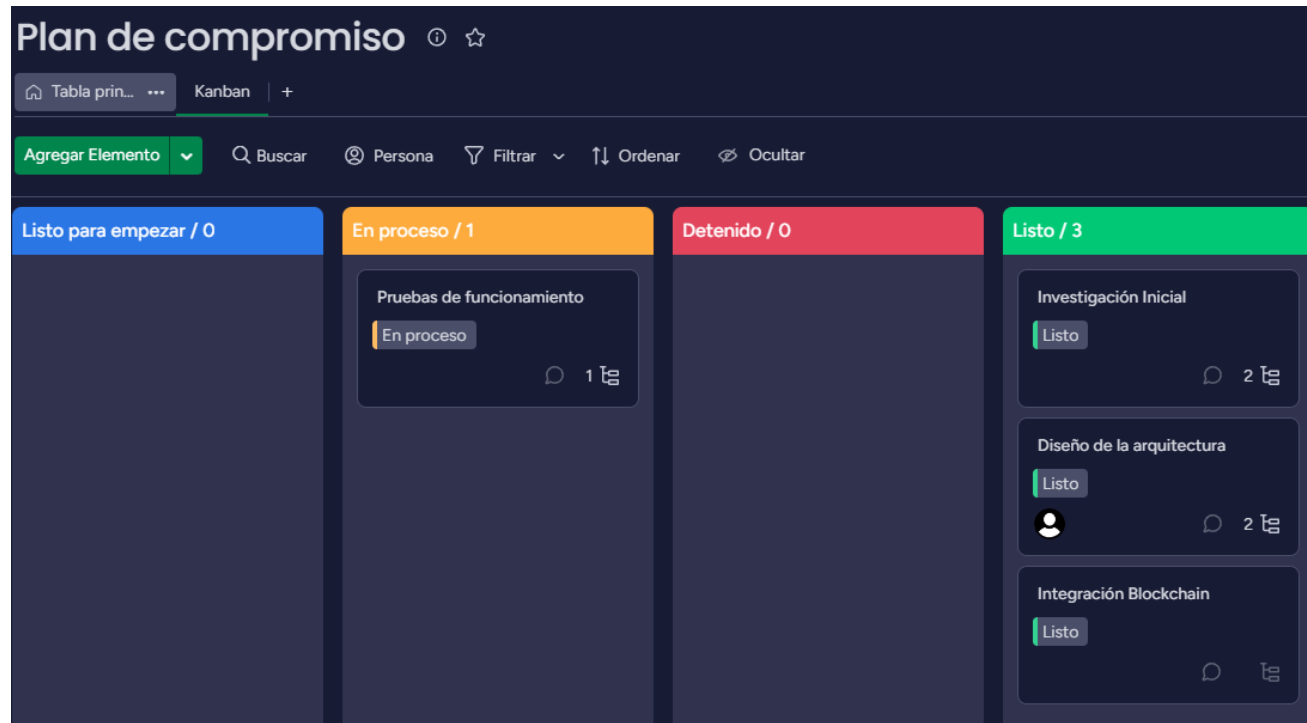


Figura 30. Tablero Kanban, última etapa.

En esta etapa, la prueba de funcionamiento se demuestra creando de manera local usuarios con roles de estudiantes los cuales serán votantes para realizar la simulación de una votación real, en este caso para la demostración se procede a crear 6 usuarios con rol estudiante para demostrar la propuesta de un sistema web basado en Blockchain, con esto se crea un proceso de votaciones con candidatos, listas electorales y seguir el proceso electoral como si fuera un entorno real. Para esto se crea un proceso electoral como se presenta en la **Figura 31**.

Agregar Votación

Nombre*
 UTA ASO

Periodo academico*
 2023 - 2024

Fecha (MM/DD/AAAA)*
 15/1/2024

Hora de Inicio*
 08:00 AM

Hora de Fin*
 05:00 PM

Estado

Guardar Cancelar

Figura 31. Formulario para crear un proceso de votaciones.

Una vez creado se agrega a la lista como se muestra en la **Figura 32** de procesos activos o cerrados en la cual se puede realizar las acciones de eliminar, editar y visualizar.

VOTACIONES						
Id	Nombre	Estado	Periodo	Fecha	Hora Fin	Ver / Editar / Eliminar
7	UTA ASO	activo	2023 - 2024	15-01-2024	17:00:00	  
6	ASO UTA	cerrado	2024	01-10-2024	16:00:00	  

Figura 32. Opción VOTACIÓN.

Al momento de crear un proceso de elecciones se actualiza automáticamente la opción donde se puede visualizar la red Blockchain como se muestra en la **Figura 33**. Es donde el primer bloque con índice número 0 es creado por defecto. Este bloque no cuenta como un voto valido.

MINADO BLOCKCHAIN

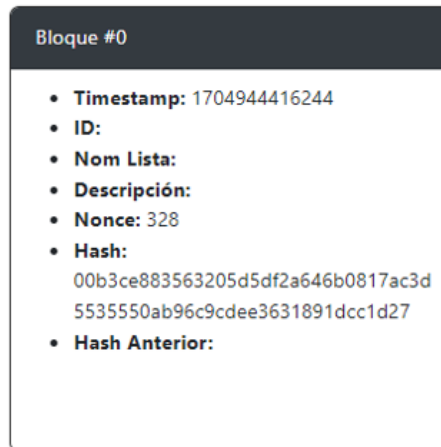


Figura 33. Votos Blockchain actualizado.

A su vez se crea un archivo .json el cual tiene por nombre de archivo el periodo en el que se van a realizar las elecciones y el nombre del proceso como muestra la **Figura 34** en la cual tiene por contenido el bloque #0 que se presenta en la **Figura 33**.

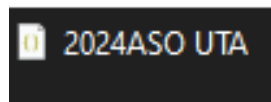


Figura 34. Archivo JSON.

Como se muestra en la **Figura 35**, se visualiza la interfaz de usuario con el rol estudiante. Para demostrar la estructura propia de una red Blockchain se ingresó como un usuario con el rol de estudiante.

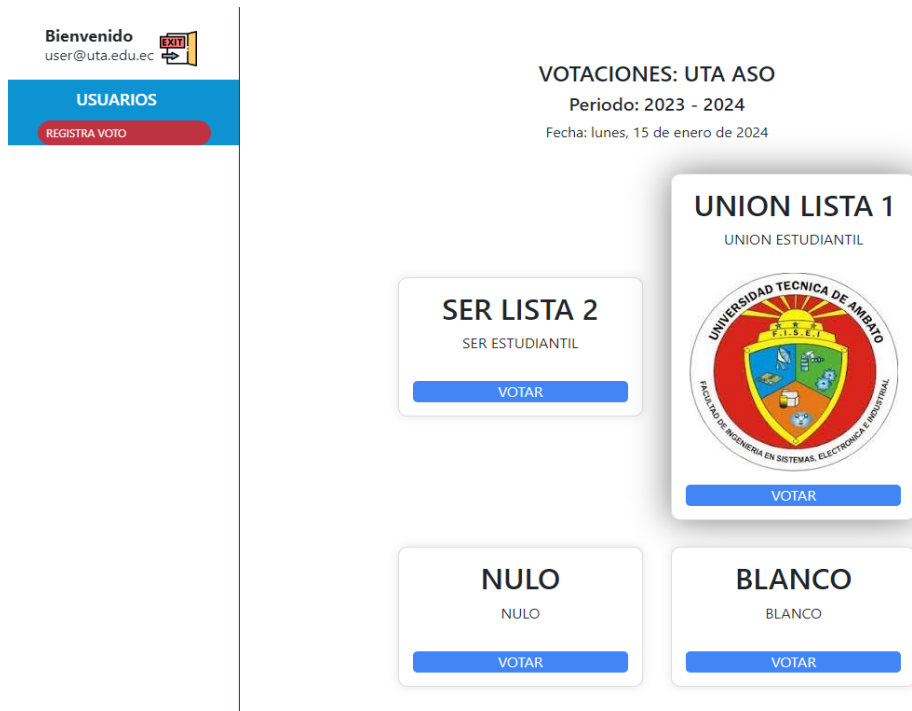


Figura 35. Opción REGISTRA VOTO. Interfaz usuario: user.

A continuación, en la **Figura 36**, se muestra la red Blockchain con los votos de los 6 usuarios que se registraron. Con dicha estructura expuesta se puede apreciar

Bienvenido
diego@admin.uta.edu.ec

REPORTES

LIVE BLOCKCHAIN

ABSTENCIONES

RESULTADOS

ADMINISTRADOR

VOTACIÓN

USUARIOS

ROLES

MINADO BLOCKCHAIN

Simular Alteración

Bloque #0

- **Timestamp:** 1704944416244
- **ID:**
- **Nom Lista:**
- **Descripción:**
- **Nonce:** 328
- **Hash:**
00b3ce883563205d5df2a646b0817ac3
d5535550ab96c9cdee3631891dcc1d27
- **Hash Anterior:**

Bloque #1

- **Timestamp:** 1704944560017
- **ID:** 43
- **Nom Lista:** UNION LISTA 1
- **Descripción:** UNION ESTUDIANTIL
- **Nonce:** 350
- **Hash:**
00990ee92e7a158278362189c5f7fa5a
74e6c66cb6d1f2dd7c1e1aaab06d6bc
- **Hash Anterior:**
00b3ce883563205d5df2a646b0817ac3
d5535550ab96c9cdee3631891dcc1d27

Bloque #2

- **Timestamp:** 1704944571985
- **ID:** 43
- **Nom Lista:** UNION LISTA 1
- **Descripción:** UNION ESTUDIANTIL
- **Nonce:** 229
- **Hash:**
002b701d984b97770d453e1209b719c
3bedcf69cd3a510ca4e599618daf72fa
- **Hash Anterior:**
00990ee92e7a158278362189c5f7fa5a
74e6c66cb6d1f2dd7c1e1aaab06d6bc

Bloque #3

- **Timestamp:** 1704944582832
- **ID:** 39
- **Nom Lista:** SER LISTA 2
- **Descripción:** SER ESTUDIANTIL
- **Nonce:** 907
- **Hash:**
002b8520790be07f861c8e29f6921eaa4
1bd1b84d1188c6e79711073abf5e9f5
- **Hash Anterior:**
002b701d984b97770d453e1209b719c
3bedcf69cd3a510ca4e599618daf72fa

Bloque #4

- **Timestamp:** 1704944620762
- **ID:** 43
- **Nom Lista:** UNION LISTA 1
- **Descripción:** UNION ESTUDIANTIL
- **Nonce:** 475
- **Hash:**
0018681cd562fb9c3557ab1dcccdf7391f
41ca465974092fc4d4fd74d665ee619
- **Hash Anterior:**
002b8520790be07f861c8e29f6921eaa4
1bd1b84d1188c6e79711073abf5e9f5

Bloque #5

- **Timestamp:** 1704944638922
- **ID:** 39
- **Nom Lista:** SER LISTA 2
- **Descripción:** SER ESTUDIANTIL
- **Nonce:** 744
- **Hash:**
0018c066a4a710bca3a824dd614f4ae5
b7e3ef9ee400a1177883490c1503428
- **Hash Anterior:**
0018681cd562fb9c3557ab1dcccdf7391f
41ca465974092fc4d4fd74d665ee619

Bloque #6

- **Timestamp:** 1704944648206
- **ID:** 52
- **Nom Lista:** BLANCO
- **Descripción:** BLANCO
- **Nonce:** 1582
- **Hash:**
00d123af45af998428ccad7c679b0ebf4
d6f2dbacc6c897b679caa1cec84bbefc
- **Hash Anterior:**
0018c066a4a710bca3a824dd614f4ae5
b7e3ef9ee400a1177883490c1503428

Figura 36. Red Blockchain actualizado con votos.

Posteriormente en el menú de opciones se tiene “RESULTADOS” en el cual se puede apreciar la contabilización de los resultados por medio de una tabla y un gráfico de barras en la cual se muestran los porcentajes de toda la población estudiantil votante, como se muestra en la **Figura 37**.



Figura 37. Resultados electorales estudiantiles.

Además, en la **Figura 36** se puede visualizar un botón llamado “Simular Alteración” el cual es capaz de modificar la estructura en ciertos bloques. En la **Figura 38** se muestra el método realizado para simular alteraciones en ciertos bloques de la red.

```

simularAlteracionBloque(indexBloques: number[]): void {
  //
  indexBloques.forEach(indexBloqueAlterado => {
    if (indexBloqueAlterado >= 1 && indexBloqueAlterado < this.blockchainData.length) {
      const currentBlock = this.blockchainData[indexBloqueAlterado];
      const blockData = 'Datos del bloque';

      // Simula un hash diferente para cada bloque
      const alteredPreviousHash = `hash_alterado_${indexBloqueAlterado}`;

      // Calcula el nuevo hash utilizando CryptoJS
      const alteredHash = CryptoJS.SHA256(blockData + alteredPreviousHash).toString();

      // Aplica el nuevo hashAnterior al bloque
      currentBlock.hashAnterior = alteredHash;
    }
  });

  // Después de la simulación, verifica la integridad
  this.comprobarBloque();
}

```

Figura 38. Método para simular modificaciones.

Por medio del evento “click” del botón que se puede visualizar en la **Figura 39** se puede establecer que bloques van hacer alterados., en este caso el bloque #2 y #3

```
(click)="OnClicksimularAlteracionBloque([2, 3])">
```

Figura 39. Evento “click” del botón para alterar.

Al momento de modificar un bloque sea por medio del botón en la interfaz o directamente alterar el archivo JSON generado, en la página se visualiza una advertencia la cual muestra cual o cuales de los bloques han sido modificados como se presenta en la **Figura 40** además de poder descargar los bloques modificados en formato JSON.



Figura 40. Advertencia de bloques alterados.

Como resultado se tienen dos bloques, en el sentido de la red Blockchain se presentan dos bloques totalmente indiferentes entre si ya que no comparten el mismo Hash en el bloque de la izquierda y el HashAnterior en el bloque de la derecha.

Bloque #2	Bloque #2
<ul style="list-style-type: none">• Timestamp: 1704944571985• ID: 43• Nom Lista: UNION LISTA 1• Descripción: UNION ESTUDIANTIL• Nonce: 229• Hash: 002b701d984b97770d453e1209b719c3bedcfd69cd3a510ca4e599618daf72fa• Hash Anterior: 333ec81e5790fc86c836613030846792b8f69a09c85d313e73b65cdaa13a8d1	<ul style="list-style-type: none">• Timestamp: 1704944571985• ID: 43• Nom Lista: UNION LISTA 1• Descripción: UNION ESTUDIANTIL• Nonce: 229• Hash: 002b701d984b97770d453e1209b719c3bedcfd69cd3a510ca4e599618daf72fa• Hash Anterior: 00990eef92e7a158278362189c5f7fa5a74e6c66cb6d1f2dd7c1e1aabb06d6bc

Figura 41. Comparativa de bloques.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Con la investigación realizada se obtuvo una comprensión más amplia referente a la seguridad en procesos informáticos y la forma en la que Blockchain puede integrarse en diferentes ámbitos, teniendo en cuenta los beneficios y aportes significativos a la seguridad que se pueden aplicar en los procesos transaccionales, a su vez se destacan las diferentes oportunidades de mejora en aspectos como son la confiabilidad, eficiencia, transparencia e integridad de los datos en el contexto de sistemas electorales web.
- La estructura que presenta Blockchain demostró su capacidad para mejorar la integridad de los resultados, la transparencia y la inmutabilidad de los datos en entornos electorales estudiantiles. Los desafíos específicos incluyeron la falta de conocimiento sobre la tecnología y la integración con sistemas web, mientras que las oportunidades de mejora se centraron en la optimización de recursos y la obtención de registros únicos dentro de una red Blockchain.
- El desarrollo de la propuesta electoral estudiantil basada en Blockchain proporcionó una alternativa sólida en términos de integridad y privacidad de los datos. La integración realizada con éxito de la tecnología con el sistema electoral estudiantil permitió la creación de registros únicos mediante bloques, asegurando una contabilización de resultados de manera inmediata y comprensible desde una perspectiva estadística.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda continuar de manera activa con la interacción de Blockchain, al ser una tecnología relativamente nueva se debe tener en cuenta diferentes aspectos como lo son el cambio constante a evolucionar ya que la integración de la misma ayudara a futuros procesos que requieran realizar transacciones de forma más segura y confiable por lo que explorar nuevas tecnologías brindaran mejores opciones en cuanto a seguridad.

- Capacitaciones sobre las redes Blockchain, sus funcionamientos y otras alternativas posibles para realizar transacciones más robustas como por ejemplo la ejecución de procesos en contratos inteligentes con estructura Blockchain que ofrecen diferentes plataformas que manejan criptomonedas las cuales integran dichos contratos.
- Realizar investigaciones sobre diferentes soluciones como lo es integrar mecanismos de verificación de identidad más robustos que mejoren la seguridad y confiabilidad, los mecanismos pueden ser tecnologías biométricas o en el ámbito mismo de Blockchain soluciones con aplicaciones descentralizadas para la autenticación de usuarios y registro de votos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] B. A. Castro Tapia, "Propuesta de una aplicación basada en la tecnología Blockchain y Smart Contracts para el registro de contratos de arrendamiento.," Universidad Central del Ecuador, Quito, 2021.
- [2] C. Y. Logística En América Latina Y El Caribe, "Oportunidades y desafíos para la implementación del blockchain en el ámbito logístico de América Latina y el Caribe," 2021.
- [3] C. José, L. B. Rosas, E. En, and E. Tecnológica®, "Diseno y desarrollo de una aplicación descentralizada para la compraventa de vino a travez de la tecnología Blockchain," 2022. [Online]. Available: www.orizaba.tecnm.mx
- [4] "¿Qué son las Aplicaciones Descentralizadas (DApps)? | Binance Academy." Accessed: May 22, 2023. [Online]. Available: <https://academy.binance.com/es/articles/what-are-decentralized-applications-dapps>
- [5] E. Roberto and I. Barriga, "Sistemas electorales bajo la lupa."
- [6] "Sistema Electoral – Reformas Políticas en América Latina." Accessed: May 22, 2023. [Online]. Available: <https://reformaspoliticas.org/reformas/sistema-electoral/>
- [7] "Secretaría de Asuntos Políticos (SAP) Departamento para la Cooperación y Observación Electoral (DECO)," 2012.
- [8] "Formas de Votar —." Accessed: May 22, 2023. [Online]. Available: <https://aceproject.org/main/espanol/es/esc05.htm>
- [9] O. Delgado, "REGÍMENES ELECTORALES EN LA AMÉRICA LATINA, EL CARIBE Y EUROPA ORIENTAL," *Estudios Socio-Jurídicos*, vol. 1, no. 1, pp. 33–68, 1999, Accessed: May 22, 2023. [Online]. Available: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-05791999000100003&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- [10] A. Silberschatz, H. F. Korth, and S. Sudarshan, "FUNDAMENTOS DE BASES DE DATOS Cuarta edición," 2002.
- [11] S. Graciela, P. Ibarra, R. Quispe, F. F. Mullicundo, D. A. Lamas, and L. Presente, "Herramientas y tecnologías para el desarrollo web desde el FrontEnd al BackEnd," *XXIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2021, Chilecito, La Rioja)*, no. August 2021, pp. 963–968, 2021, Accessed: Dec. 03, 2023. [Online]. Available: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/120476>
- [12] C. A. Carrillo Villalva, "Diseño y aplicación de un sistema de seguridad descentralizado mediante la tecnología Blockchain para aplicaciones web.," Aug. 2021, Accessed: Nov. 23, 2023. [Online]. Available: <http://dspace.epoch.edu.ec/handle/123456789/14695>

- [13] L. Ali and A. Medrano, "Análisis comparativo de tecnologías Front End Angular Js Vs React Js, en el modelo de procesos para el desarrollo de aplicaciones web.," 2022, Accessed: Nov. 23, 2023. [Online]. Available: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/11386>
- [14] M. R. Álava Murillo, "Estudio comparativo de tecnologías web de componentes, REACT.JS VS VUE.JS VS ANGULAR.JS para el proceso de desarrollo de aplicaciones web.," 2022, Accessed: Nov. 23, 2023. [Online]. Available: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/13034>
- [15] BBVA API Market, "Guía rápida para desarrollar con EmberJS." Accessed: Nov. 23, 2023. [Online]. Available: <https://www.bbvaapimarket.com/es/mundo-api/guia-rapida-para-desarrollar-con-emberjs/>
- [16] J. Hidalgo Molina, D. G. Castro, M. Vanessa, and J. Vite, "Análisis comparativo de Jamstack VS NODE.JS en el desarrollo de páginas y aplicaciones web," 2021. Accessed: Nov. 24, 2023. [Online]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20908>
- [17] C. E. Gamboa, C. W. Sánchez, and J. E. Ordoñez, "Control remoto de herramientas de Hardware libre con Node.js y Firmata," *Revista Lumen Gentium*, vol. 1, no. 2, pp. 92–100, Sep. 2017, doi: 10.52525/lg.v1n2a8.
- [18] R. Por, R. Carreño, V. Tutorizado, A. Jesús, N. Urbaneja, and E. Secretario Del Tribunal, "Aplicación de administración con Angular, Node y Express para una aplicación Django," May 2016, Accessed: Nov. 26, 2023. [Online]. Available: <https://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/11484>
- [19] "Introducción a Express/Node - Aprende desarrollo web | MDN." Accessed: Nov. 26, 2023. [Online]. Available: https://developer.mozilla.org/es/docs/Learn/Server-side/Express_Nodejs/Introduction
- [20] "ASP.NET Core | Marco web de código abierto para .NET." Accessed: Nov. 26, 2023. [Online]. Available: <https://dotnet.microsoft.com/es-es/apps/aspnet>
- [21] "What is ASP.NET? | .NET." Accessed: Nov. 26, 2023. [Online]. Available: <https://dotnet.microsoft.com/en-us/learn/aspnet/what-is-aspnet>
- [22] Julia Martins, "Scrum: conceptos clave y cómo se aplica en la gestión de proyectos [2023] • Asana." Accessed: Nov. 26, 2023. [Online]. Available: <https://asana.com/es/resources/what-is-scrum>
- [23] LUIS ANGEL AGUILAR CAPCHA, "DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA WEB BASADO EN LA METODOLOGÍA SCRUM, PARA MEJORAR EL PROCESO DE AUTORIZACIONES E INFRACCIONES EN LA DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES DE AYACUCHO," ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS, Lima, 2021.
- [24] Erika Dayana Yépez Llerena and Kleber Fabián Armijos Guillen, "APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA KANBAN EN EL DESARROLLO DEL SOFTWARE PARA GENERACIÓN, VALIDACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE REACTIVOS, INTEGRADO AL SISTEMA INFORMÁTICO DE CONTROL ACADÉMICO UNACH.," Riobamba, 2020.

ANEXOS

Anexo A. Manual de usuario

Para la autenticación de usuarios se realizó el respectivo inicio de sesión, como se muestra en la **Figura 42**, el cual tiene la tarea de redireccionamiento por medio de métodos que identifiquen el rol del mismo para poder habilitar las diferentes opciones del menú.

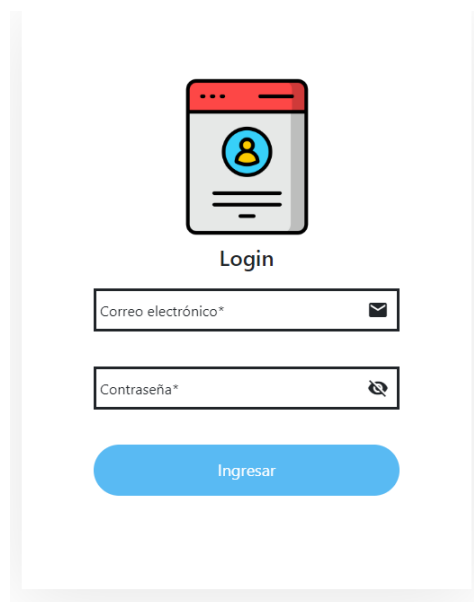


Figura 42. Inicio de sesión usuarios.

Administradores

Para el caso de administradores se obtiene el menú mostrado en la **Figura 43**, correspondiente al control y acceso completo a las funcionalidades como lo son insertar, modificar, eliminar registros para las tablas candidatos, usuarios, listas, proceso de votaciones, roles y monitoreo de la red Blockchain que se registra cuando un usuario ejerce el voto.

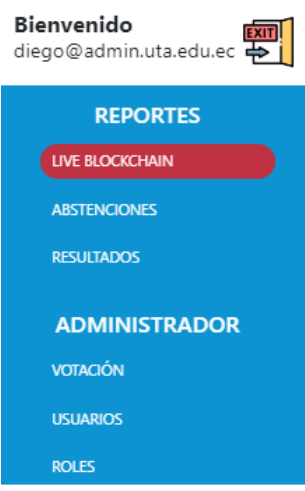


Figura 43. Menú opciones para Administradores.

Para poder contabilizar los votos y que se verifique si la red Blockchain creada cumple con la función, en la opción “ LIVE BLOCKCHAIN” como se muestra en la **Figura 44**, se presenta el conteo de votos por medio de una tabla y por otra parte como se maneja el aspecto en sí como es la funcionalidad y estructura de una red Blockchain.

Bienvenido
diego@admin.uta.edu.ec

REPORTES

LIVE BLOCKCHAIN

ABSTENCIONES

RESULTADOS

ADMINISTRADOR

VOTACIÓN

USUARIOS

ROLES

MINADO BLOCKCHAIN

Simular Alteración

Bloque #0

- **Timestamp:** 1704944416244
- **ID:**
- **Nom Lista:**
- **Descripción:**
- **Nonce:** 328
- **Hash:**
00b3ce883563205d5df2a646b0817ac3d553550ab96c9cdee3631891dcc1d27
- **Hash Anterior:**

Bloque #1

- **Timestamp:** 1704944560017
- **ID:** 43
- **Nom Lista:** UNION LISTA 1
- **Descripción:** UNION ESTUDIANTIL
- **Nonce:** 350
- **Hash:**
00990ee92e7a158278362189c5f7fa5a74e6c66cb6d1f2dd7c1e1aaab06d6bc
- **Hash Anterior:**
00b3ce883563205d5df2a646b0817ac3d553550ab96c9cdee3631891dcc1d27

Bloque #2

- **Timestamp:** 1704944571985
- **ID:** 43
- **Nom Lista:** UNION LISTA 1
- **Descripción:** UNION ESTUDIANTIL
- **Nonce:** 229
- **Hash:**
002b701d984b97770d453e1209b719c3bedcf69cd3a510ca4e599618daf72fa
- **Hash Anterior:**
00990ee92e7a158278362189c5f7fa5a74e6c66cb6d1f2dd7c1e1aaab06d6bc

Bloque #3

- **Timestamp:** 1704944582832
- **ID:** 39
- **Nom Lista:** SER LISTA 2
- **Descripción:** SER ESTUDIANTIL
- **Nonce:** 907
- **Hash:**
002b8520790be07f861c8e29f6921eaa41bd1b84d1188c6e79711073abf5e9f5
- **Hash Anterior:**
002b701d984b97770d453e1209b719c3bedcf69cd3a510ca4e599618daf72fa

Bloque #4

- **Timestamp:** 1704944620762
- **ID:** 43
- **Nom Lista:** UNION LISTA 1
- **Descripción:** UNION ESTUDIANTIL
- **Nonce:** 475
- **Hash:**
0018681cd562fb9c3557ab1dcccdf7391f41ca465974092fc4d4fd74d665ee619
- **Hash Anterior:**
002b8520790be07f861c8e29f6921eaa41bd1b84d1188c6e79711073abf5e9f5

Bloque #5

- **Timestamp:** 1704944638922
- **ID:** 39
- **Nom Lista:** SER LISTA 2
- **Descripción:** SER ESTUDIANTIL
- **Nonce:** 744
- **Hash:**
0018c066a4a710bca3a824dd614f4ae5b7e3ef9ee400a1177883490c1503428
- **Hash Anterior:**
0018681cd562fb9c3557ab1dcccdf7391f41ca465974092fc4d4fd74d665ee619

Bloque #6

- **Timestamp:** 1704944648206
- **ID:** 52
- **Nom Lista:** BLANCO
- **Descripción:** BLANCO
- **Nonce:** 1582
- **Hash:**
00d123af45af998428ccad7c679b0ebf4d6f2dbac6c897b679caa1cec84bbefc
- **Hash Anterior:**
0018c066a4a710bca3a824dd614f4ae5b7e3ef9ee400a1177883490c1503428

Figura 44. Minado Blockchain.

En la misma interfaz se puede encontrar un apartado para las opciones descargar en formatos JSON, Excel y PDF. Como se muestra en la

Bloque #6

- **Timestamp:** 1704944648206
- **ID:** 52
- **Nom Lista:** BLANCO
- **Descripción:** BLANCO
- **Nonce:** 1582
- **Hash:**
00d123af45af998428ccad7c679b0ebf4d6f2dbac6c897b679caa1cec84bbefc
- **Hash Anterior:**
0018c066a4a710bca3a824dd614f4ae5b7e3ef9ee400a1177883490c1503428

Descargar Excel

Descargar PDF

Descargar JSON

Figura 45. Apartado para descargar reportes.

Además, cuando se crea un nuevo proceso electoral se crea un bloque con índice 0, lo que representa el inicio de toda la red Blockchain y que todo el proceso de registrar votos comience desde el índice 1. Este bloque 0 no se registra como voto.

En donde un bloque se estructura de la siguiente manera:

- **Index.** Representa la posición donde se encuentra el bloque.
- **Timestamp.** Es el tiempo en el cual se creó el bloque representado en milisegundos.
- **Data.** Incluye detalles sobre la lista electoral la cual un estudiante selecciono para darle su voto incluye el nombre de la lista y la descripción.
- **Nonce.** Se trata de las iteraciones que se toma para poder calcular, internamente por medio de un proceso, el hash adecuado que cumpla los requisitos necesarios para validarlo.
- **Hash.** Es el identificador único del bloque encargado de garantizar la integridad del mismo, esto se obtiene por medio de un minado y calculo interno del servidor.
- **HashAnterior.** Es el identificador del bloque anterior, para garantizar una red Blockchain adecuada.

La segunda opción mostrada en la **Figura 46**, trata sobre los usuarios que no ejerzan el voto hasta el tiempo límite del proceso electoral, en el cual se procederá a sacar un reporte con dichos estudiantes para imponer una sanción.

Bienvenido
diego@admin.uta.edu.ec

REPORTES
LIVE BLOCKCHAIN
ABSTENCIONES
RESULTADOS
ADMINISTRADOR
VOTACIÓN
USUARIOS
ROLES

Usuarios

Id	Nombre	Cedula	Correo	Activo	Voto
	<input type="text" value="Buscar"/>	<input type="text" value="Buscar"/>			
5	Rafael Brito	1801234569	rafael@uta.edu.ec	✓	<input type="checkbox"/>
6	Jennifer Salinas	1877787222	jennifer@uta.edu.ec	✓	<input type="checkbox"/>
9	Bruno Jimenez	1589949879	bruno@uta.edu.ec	✓	<input type="checkbox"/>
12	Daniela Villacis	1804312221	daniela@uta.edu.ec	✓	<input type="checkbox"/>
20	Docente Docente	8694548143	docente@uta.edu.ec	✓	<input type="checkbox"/>
21	Michelle Velastegui	1875654312	michelle@uta.edu.ec	✓	<input type="checkbox"/>

Items per page: 10 1 – 6 of 6 < < > >

Total de NO Votantes: 6

Exportar a Excel

Figura 46. Opción ABSTENCIONES.

En la opción “RESULTADOS” como se puede visualizar en la **Figura 47** se muestra la contabilización de resultados en una tabla para indicar el porcentaje de votantes y en un gráfico para poder representar de mejor manera el conteo de los votos.



Figura 47. Resultados electorales.

En la opción de “VOTACIÓN” como se muestra en la **Figura 48**, se puede agregar procesos electorales, además de poder visualizar, editar y eliminar cada proceso.

VOTACIONES						
Id	Nombre	Estado	Periodo	Fecha	Hora Fin	Ver / Editar / Eliminar
7	UTA ASO	activo	2023 - 2024	15-01-2024	17:00:00	  
6	ASO UTA	cerrado	2024	01-10-2024	16:00:00	  

Figura 48. Opción VOTACIÓN.

Dentro de la opción “VER” de cada uno del proceso de votaciones, se muestran las listas estudiantiles y descripciones como se presenta en la **Figura 49**. Además, que las opciones que se tienen es la de editar, eliminar listas y añadir candidatos.

Bienvenido
diego@admin.uta.edu.ec

REPORTES
LIVE BLOCKCHAIN
ABSTENCIONES
RESULTADOS
ADMINISTRADOR
VOTACIÓN
USUARIOS
ROLES

Volver

Fecha: 2024-01-15 Estado: activo
Periodo Académico: 2023 - 2024

Proceso Electoral: UTA ASO


Añadir Lista

SER LISTA 2

SER ESTUDIANTIL

+ Candidatos

UNION LISTA 1



UNION ESTUDIANTIL

+ Candidatos

NULO

NULO

+ Candidatos

BLANCO

BLANCO

+ Candidatos

Figura 49. Listas electorales.

Al acceder a la opción “+ Candidatos” de la **Figura 49**, se muestra el apartado de candidatos en la que corresponden a la lista seleccionada y la opción de añadir más candidatos a la misma, así se muestra el formulario de registro en la **Figura 50**.

Volver

Registra candidato

Nombres*
JUAN

Apellidos*
LOPEZ

Cargo*
SECRETARIO

Guardar Cancelar

Figura 50. Registrar candidatos.

Por otro lado, se tiene la lista de candidatos que pertenecen a dicha lista en la **Figura 51**.

SER LISTA 2



Lista: SER ESTUDIANTIL









Candidatos			
Código	Candidato	Cargo	Editar / Eliminar
21	Carlos Cortez	PRESIDENTE	 
22	Karla Lozada	VICEPRESIDENTA	 

Figura 51. Visualizar candidatos.

La opción de “USUARIOS”, en donde por una tabla se reflejan los usuarios que se han creado si se encuentran activos, además de tener las opciones de agregar nuevos usuarios, eliminar y editar, como se muestra en la **Figura 52**.

Usuarios

[+ Crear Usuario](#)

Id	Nombre	Cedula	Correo	Activo	Eliminar / Editar
	<input type="text" value="Buscar"/>	<input type="text" value="Buscar"/>			
6	Jennifer Salinas	1877787222	jennifer@uta.edu.ec	✓	 
8	Adrian Reyes	1854477788	adrian@uta.edu.ec	✓	 
21	Michelle Velastegui	1875654312	michelle@uta.edu.ec	✓	 
1	User User	1800000000	user@uta.edu.ec	✓	 
11	Eli Eli	1877454578	eli@uta.edu.ec	✓	 

Items per page: 5 11 - 15 of 15 < > >> <<

Figura 52. Opción USUARIOS.

En la opción “ROLES” se puede visualizar los roles que se le puede asignar a cada usuario como se muestra en la **Figura 53**, a su vez también se tienen las opciones de eliminar o editar los registros.

Roles	
Id	Nombre
	<u>Buscar</u>
1	PERSONAL ADMINISTRATIVOS
2	VOTANTES
3	SUPER ADMINISTRADOR
5	ADMIN PRUEBAS

Figura 53. Opción ROLES.

Estudiantes

Por la parte de estudiantes se obtiene el menú únicamente para ejercer el voto del proceso de votaciones actual activo, esto con el fin de agilizar los procesos para los estudiantes y administradores.

Se tendrá únicamente, como se presenta en la **Figura 54** la opción de visualizar y ejercer el voto electrónico de las listas presentes.



Figura 54. Menú opciones Estudiantes.

El ejemplo se muestra en la **Figura 55**, se tendrá únicamente la opción de visualizar y ejercer un voto.

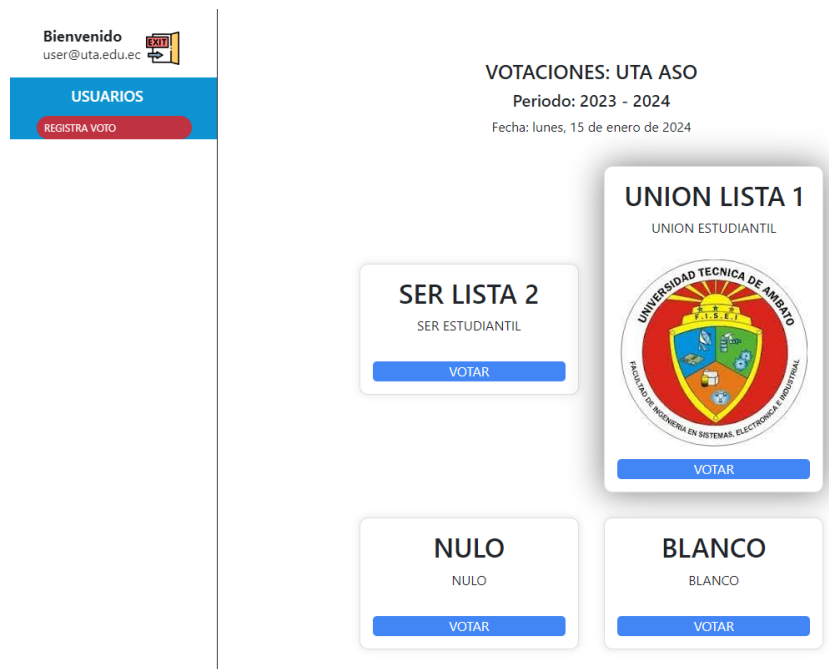


Figura 55. Interfaz usuario Estudiante.

Luego de ejercer el voto se redirigirá automáticamente a la pantalla de inicio de sesión, por temas de seguridad ya que un usuario tiene la posibilidad de ejercer un único voto.

Anexo B. Alfa de Cronbach encuestados

Encuestados	PREGUNTAS					
	1	2	3	6	10	
1	3	5	4	5	4	21
2	1	3	3	4	3	14
3	1	2	2	3	3	11
4	1	3	2	4	3	13
5	3	3	3	3	3	15
6	1	2	3	3	4	13
7	1	4	3	4	4	16
8	1	3	3	3	2	12
9	1	3	2	3	4	13
10	4	4	4	5	4	21
11	1	3	2	3	3	12
12	1	1	4	5	4	15
13	1	3	2	3	3	12
14	3	3	3	3	3	15
15	1	3	3	4	3	14
16	2	4	2	4	4	16
17	2	4	4	5	4	19
18	1	4	2	3	4	14
19	1	4	2	4	2	13
20	1	4	2	5	2	14
21	3	4	3	4	4	18
22	1	3	2	2	3	11
23	1	1	2	3	3	10
24	3	4	4	4	4	19
25	4	3	4	4	4	19
26	3	3	3	4	3	16
27	3	3	3	5	3	17
28	4	3	4	5	4	20
29	2	3	4	5	4	18
30	1	2	2	2	2	9
VARIANZA IND	1.223	0.809	0.671	0.855	0.506	

NUMERO DE ITEM	5
SUMATORIA DE LAS VAR DE LOS ITEM	4.06
VARIANZA DE LA SUMA DE LOS ITEM	10.69

ALFA DE CROMBACH	0.77
	0.77

$\frac{k}{k-1} \rightarrow$

1.25

$\frac{\sum s^2}{S^2} \rightarrow$

0.38

$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum s^2}{S^2} \right]$

$\left[1 - \frac{\sum s^2}{S^2} \right] \rightarrow$

0.62

Donde,
 k = El número de ítems
 $\sum s^2$ = Sumatoria de varianzas de los ítems.
 S^2 = Varianza de la suma de los ítems.
 α = Coeficiente de alfa de Cronbach