



LA FORMACIÓN DE INGENIEROS:
UN COMPROMISO PARA EL
DESARROLLO Y LA SOSTENIBILIDAD

15 al 18
DE SEPTIEMBRE

20
20

www.acofi.edu.co/eiei2020

PLATAFORMA TECNOLÓGICA DE VOTO ELECTRÓNICO PARA ELECCIÓN DE CUERPOS COLEGIADOS DE UNA UNIVERSIDAD, QUE INTEGRA MÓDULOS BLOCKCHAIN Y CIBERSEGURIDAD

Andrés Chila, Isaac Gómez, Francisco Lanza, César Barahona

**Universidad de Cundinamarca
Facatativá, Colombia**

Resumen

Actualmente, el proceso electoral de cuerpos colegiados dentro de la Universidad de Cundinamarca se hace de forma tradicional, en el proceso de elección los votantes registran su voto a través de una papeleta de forma presencial. A causa de esto, surge la necesidad de poder contar con un sistema informático que mejore la confiabilidad y agilidad del proceso de votación y que asegure una mayor participación de la comunidad educativa en estos procesos democráticos. Por tanto, la plataforma tecnológica diseñada tiene como objetivo modernizar el proceso de votaciones utilizando las modernas tecnologías de información y comunicación – TIC, de tal manera que las votaciones se realicen en ambiente web y móvil, y así, dar la posibilidad de que el votante pueda ejercer su derecho al voto de manera remota y segura. La plataforma de voto electrónico aquí presentada está diseñada integrando tres módulos, un módulo para captura de votos basado en blockchain, un módulo de autenticación para el control de acceso de los votantes basada en conceptos de ciberseguridad y el módulo que consolida resultados, hace trazabilidad y analítica de procesos de votación de cuerpos colegiados por sedes, facultades y programas. Es así como éste artículo muestra el proceso de diseño del módulo informático de consolidación de resultados de procesos de votación, y que integra los módulos de autenticación, y captura de votos. Para el desarrollo de esta plataforma tecnológica de voto electrónico, que facilita el proceso de elección de cuerpos colegiados como elemento fundamental de mejora en los procesos de participación democrática en la universidad, fue necesario determinar sus requerimientos técnicos y funcionales a través de un exhaustivo desarrollo del estado del arte a nivel técnico, procedimental y legal, una metodología de desarrollo basados en el paradigma adaptativo y su aplicación en metodologías ágiles, así como utilización de los estándares de

desarrollo de software orientados desde el Centro de Innovación y Tecnología de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cundinamarca.

Palabras clave: integración; metodología de diseño; votación electrónica

Abstract

Currently, the electoral process of collegiate bodies within the University of Cundinamarca is done in a traditional way, in the process of election voters register their vote through a ballot in person. Because of this, the need arises to be able to have a system that improves the reliability and agility of the voting process and ensures greater participation of the educational community in these democratic processes. Therefore, the technology platform designed aims to modernize the voting process using Information and Communication Technologies – ICT, so that voting takes place in a web and mobile environment, and thus give the possibility to the voter to exercise his or her right to vote remotely and safely. The electronic voting platform presented here is designed by integrating three modules, a module for capture of votes based on blockchain, an authentication module for voter access control based on cybersecurity concepts and the module that consolidates results, makes traceability and analysis of voting processes of bodies collegiate by campus, faculties and programs. This is how this paper shows the process of designing the module for consolidating voting process results, integrating authentication and capturing votes modules. For the development of this technological electronic voting platform, which facilitates the process of choosing collegiate bodies as a fundamental element of improvement in the processes of democratic participation in the university, it was necessary to determine its technical and functional requirements through an exhaustive research of the state of art at the technical, procedural and legal level, a development methodology based on the adaptive paradigm and its application in agile methodologies, as well as use of software development standards oriented from the Innovation and Technology Center of the Faculty of Engineering of the University of Cundinamarca.

Keywords: integration; design methodology; electronic voting

1. Introducción

Según la autora Padrón Pardo (2019), “la implementación del voto electrónico (...) enfrenta los retos de la modernización del proceso electoral (...) y la confianza de la misma en el proceso y las autoridades electorales”. Así pues, para la sistematización del proceso electoral dentro de la Universidad de Cundinamarca se diseñó una plataforma mediante la cual se garantizará el derecho al voto por la comunidad universitaria. Actualmente, el método que se usa es de manera presencial, por lo tanto, la plataforma busca modernizar el proceso con la intención de que las votaciones sean de manera virtual, por ende, dar la posibilidad de que el votante pueda ejercer su derecho al voto de manera presencial o de manera remota, lo que, a su vez, conlleva a que la plataforma voto electrónico integre tres módulos:

- Módulo de autenticación: módulo (aplicativo móvil), que permite al usuario ejercer su derecho al voto, basado en un método de ingreso a las votaciones que no requiere suministrar datos personales, sino a partir de los datos pre-registrados en la Universidad y la aplicación de conceptos de ciberseguridad se garantiza la autenticación del votante.
- Módulo seguridad: este módulo se encargará del almacenamiento y procesamiento de votos, a través de la implementación de Blockchain.
- Módulo de consolidación: este módulo web se encarga de integrar los otros dos módulos, descritos anteriormente, permitiendo consolidar resultados, hacer trazabilidad y analítica de procesos de votación de cuerpos colegiados por sedes, facultades y programas de una Universidad.

2. Aportes del estado del arte

En la Tabla I, se describen los desarrollos informáticos a nivel mundial, que se tomaron como referencia para el diseño de la plataforma de voto electrónico, en dicha tabla se muestra las instituciones universitarias consultadas y la información obtenida de acuerdo a las categorías de análisis utilizadas como: lenguaje de programación, la interfaz en cuanto a vistas usadas y la seguridad implementada para el manejo de los datos.

Tabla I.
Desarrollos informáticos de referencia a nivel mundial.

Institución	Lenguaje programación	Interfaz	Seguridad
Universidad de la laguna – España(Plasencia & Universidad de la Laguna), 2018)	-Flask para servidor -Python(Plasencia & Universidad de la Laguna), 2018)	3 vistas – creación de voto, emisión de voto y escrutinio(Plasencia & Universidad de la Laguna), 2018)	Blockchain, protocolo hashcash usando algoritmo proof-of-work(Plasencia & Universidad de la Laguna), 2018)
Universidad Católica de Ecuador (Calvopiña et al., 2016)	-Base de datos PostgreSQL - HTML -PHP -JavaScript(Calvopiña et al., 2016)	7 vistas – 3 de consulta, 3 de CRUD y 1 de voto(Calvopiña et al., 2016)	Seguridad de PHP y de PostgreSQL(Calvopiña et al., 2016)
Universidad de Guayaquil(Neira & GUAYAQUIL), 2018)	-Flask para servidor -Python(Neira & GUAYAQUIL), 2018)	3 páginas sencillas- la creación de votaciones, la emisión de votos y la última el escrutinio de votaciones(Neira & GUAYAQUIL), 2018)	Blockchain, algoritmo proof-of-work(Neira & GUAYAQUIL), 2018)

Los aportes más relevantes que se obtuvieron del estado del arte, se relacionaron con el diseño de la interfaz gráfica ofrecida al usuario final, y el manejo de la seguridad de los datos. Por lo cual se tuvo la referencia para el diseño de las vistas de la plataforma de voto electrónico, como son: CRUD de candidatos, CRUD de votación, escrutinio final, reportes, Login, votación y voto registrado.

3. Metodología de diseño

De acuerdo a Martínez y Comino, se partió de una visión general del cliente o en este caso la necesidad que tiene la Universidad con respecto a los procesos de elección de representantes a sus diferentes estamentos, estableciéndose iteraciones para ir construyendo paso a paso y de forma evolutiva e incremental la solución de software final (Martínez & Comino, 2018).

Para el desarrollo de las diferentes iteraciones y con base en los lineamientos de las metodologías ágiles de desarrollo de software, se utilizó el tablero Kanban, que facilitó la planeación y control de las tareas a realizar en los diferentes sprint, con tiempos estimados, y asignaciones de tareas a cada miembro del equipo, que para este proyecto son dos estudiantes del programa de ingeniería de sistemas de Universidad de Cundinamarca en su proceso de desarrollo de trabajo de grado. Se realizaron reuniones semanales con el director del proyecto, quien es docente investigador del programa, que al oficiar como Scrum Master, fue retroalimentando y haciendo seguimiento a los avances presentados por los desarrolladores. Al final de cada sprint se entregan avances funcionales a los jurados del proyecto que hacen parte del Centro de Investigación y Tecnología de la Facultad de ingeniería, el cual funge como dueño del producto. En la siguiente figura se muestra el tablero Kanban que se ejecutó, apoyado en la herramienta de uso libre Trello, sobre el cual se trabajó el diseño inicial de la plataforma.

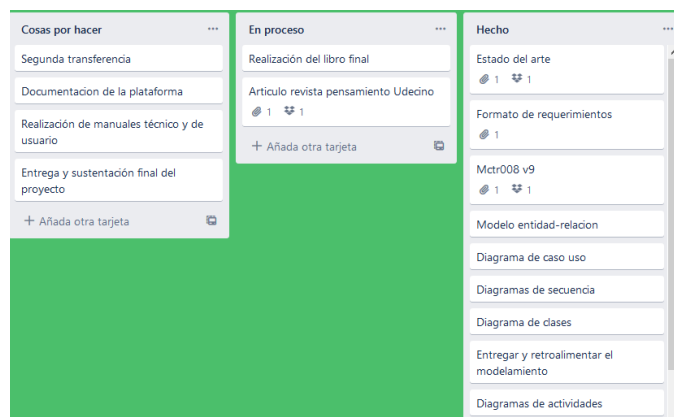


Fig. 1 Tablero Kanban. Planeación y control del proceso de diseño de la plataforma.

Cabe aclarar, que cada ítem de la lista es una tarea que se realizó durante un intervalo de tiempo determinado (de una a dos semanas aproximadamente), y a cada tarea ejecutada por parte de los desarrolladores se hacía su respectiva retroalimentación por parte del Scrum Master.

Para la elaboración de la arquitectura de la plataforma, y debido a que la solución de software se desarrolla utilizando el paradigma de programación orientada a objetos, se utilizó el Lenguaje de Modelación Unificado versión 2.5.1, UML por sus siglas en inglés, que permitió diseñar la plataforma, teniendo en cuenta las características funcionales y técnicas de cada uno de los módulos a integrar y la lógica interna de la plataforma.

Se seleccionaron diagramas de UML, para cada una de las dimensiones del software de la siguiente manera: para la dimensión estática se utilizó del diagrama de casos de uso, para la

dimensión dinámica, el diagrama de secuencia, para la dimensión funcional el diagrama de actividades y de clases, y para la dimensión organizacional el diagrama de despliegue.

En el diseño de los diferentes diagramas se tuvo en cuenta el cumplir con cada uno de los requerimientos determinados y definidos para la plataforma en el formato del Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, IEEE por sus siglas en inglés, donde se definieron roles, y funcionalidades de esta. En la tabla siguiente se muestra, como ejemplo, algunos de los requerimientos determinados para la plataforma de voto electrónico.

Tabla II.
Requerimientos de la plataforma en el formato de la IEEE

Actividad # 1	
Nombre de la actividad	Descripción
Interfaz Login	Esta vista implementará el módulo de autenticación para el acceso de los usuarios de la plataforma web como votantes y el administrador.
Actividad # 2	
Nombre de la actividad	Descripción
Formulario de registro de voto	Este formulario permitirá al votante registrar el voto durante un tiempo límite (5 minutos).
Actividad # 3	
Nombre de la actividad	Descripción
Transacción de envío de datos (modulo seguridad)	Al momento de que el votante registre su voto se enviará un Json al módulo de seguridad para que este lo procese.

Los requerimientos técnicos y funcionales de la plataforma de voto electrónico se obtuvieron después de un análisis de todos los posibles escenarios que se pueden dar en el ámbito de una elección de cuerpos colegiados, y del estudio de plataformas similares desarrolladas en universidades de otros países. Resultado de lo anterior, se plantea para la plataforma el diseño de roles como: rol administrador, rol votante y la integración de módulos como: módulo blockchain, módulo de autenticación y módulo de consolidación. De este modo, cada rol propuesto está ligado a la función que cumpla dentro del flujo de la plataforma y, por lo tanto, tiene mínimo un requerimiento funcional asignado.

En la siguiente figura se muestra, como ejemplo, el flujo y la funcionalidad que se diseñó para tres casos de uso, que cumplen con los requerimientos presentados en la Tabla II. Relacionados con los tres actores que interactúan con la plataforma.

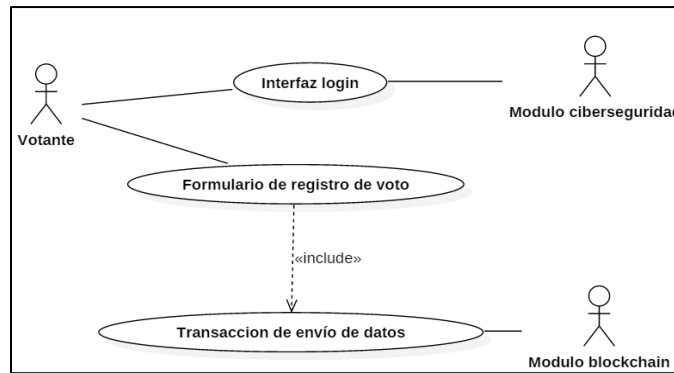


Fig. II Diagrama de caso de uso. Formulario de registro de voto, actores: Votante y Módulo seguridad.

De acuerdo con el diagrama de caso de uso del formulario de registro de voto, se plantearon los siguientes diagramas UML para las otras dimensiones del software, teniendo como guía el requerimiento correspondiente. Para la dimensión funcional se diseñó el diagrama de actividades que se muestra en las siguientes figuras.

Fig. III Diagrama de actividades Interfaz Login

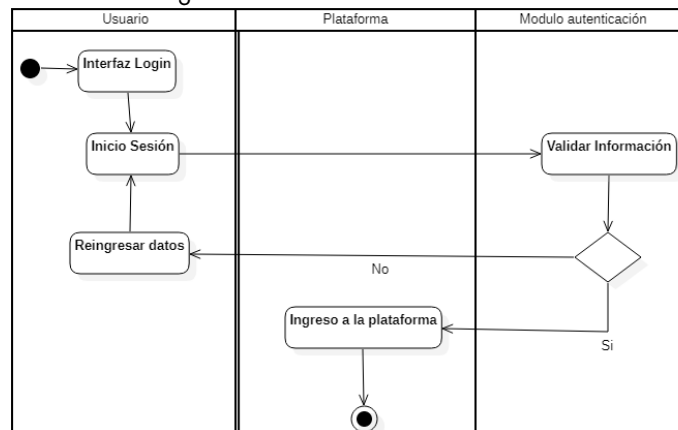


Fig. IV Diagrama de actividades formulario de registro de voto

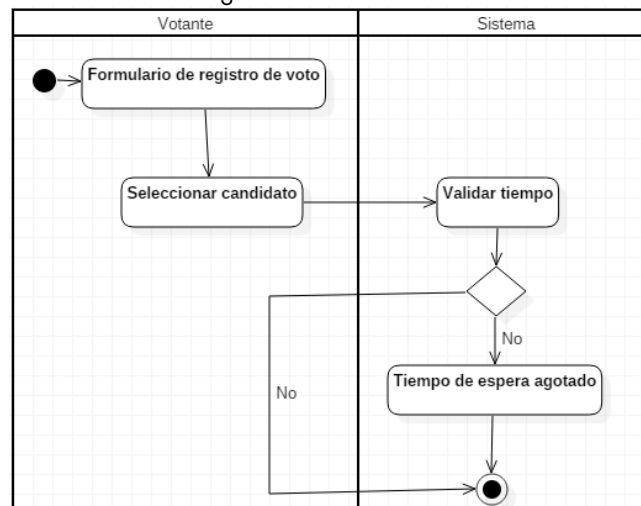
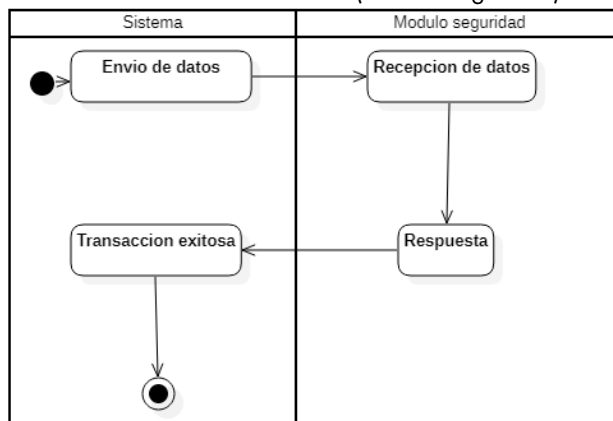


Fig. V Diagrama de Actividades transacción de envío de datos (Modulo seguridad)



A través de estos diagramas se puede observar las principales funcionalidades con las que los dos módulos, de blockchain y autenticación son integrados e interactúan con el módulo de consolidación. Así, el módulo que está desarrollado bajo conceptos de ciberseguridad se encarga de la autenticación de los votantes, tendrá una relación directa con la interfaz del Login, obteniendo los datos que se envían a través del registro del votante al módulo de consolidación para la verificación y almacenamiento correspondientes. Como se observa en la Fig. III, luego de este proceso, el módulo genera una respuesta para que la plataforma continúe con su respectivo flujo.

En las figuras IV y V, se representan el estado de acción de cada objeto que interactúa con el sistema empezando con la interfaz que vería el usuario donde el votante elije su candidato de preferencia, el sistema valida un tiempo de espera, para luego terminar esta operación que continúa con el envío de datos al módulo de blockchain genera una respuesta que indicará el paso a seguir durante el flujo de la plataforma. Es importante recalcar que, aunque estos dos casos de uso implican un solo proceso, se separaron debido a que el envío de datos implica una acción relacionada con un actor diferente (Modulo blockchain) que no tiene interacción directa con el votante.

4. Conclusiones

El estudio del estado del arte facilita la innovación en el diseño, y garantiza tener información actualizada de lo que existe en el contexto ingenieril acerca del diseño de plataformas tecnológicas.

El uso de diagramas UML versión 2.5.1 para el diseño del software da una completa sobre la arquitectura de la plataforma, de acuerdo con las diferentes dimensiones del software, y así garantizar el cumplimiento de los requerimientos funcionales y técnicos propuestos.

Todos los procesos relacionados con los módulos de blockchain y de autenticación, van a interactuar con la plataforma de consolidación a través de respuestas generadas luego de una operación, asegurando así, que la funcionalidad de la plataforma de voto electrónico no se vea

interrumpida por errores que dependan de un solo módulo, e identificar inconvenientes se vuelve una tarea más rápida y eficaz.

La implementación del Centro de Innovación y Tecnología en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cundinamarca, en donde participan estudiantes y docentes investigadores, ha permitido hacer desarrollados en TIC utilizando metodologías y estándares de calidad internacionales, en donde se evidencia el mejoramiento de la calidad de las soluciones de software desarrolladas, tanto para la Universidad, como para entidades públicas y privadas de la región y el departamento de Cundinamarca. Asimismo, ha permitido mejorar de manera significativa el nivel académico de los estudiantes del programa.

5. Referencias

Artículos de trabajos de grado

- Calvopiña, a., garcía, s., & (pontificia universidad católica del ecuador). (2016). *Diseño e implementación del voto electrónico mediante el uso de una aplicación web, para las elecciones de la federación de estudiantes de la pontificia universidad católica del ecuador*.
- Neira, j. D., & Guayaquil), (universidad de. (2018). *“Estudio de factibilidad de un sistema de voto electrónico basado en la tecnología blockchain para los procesos electorales de la facultad de ingeniería industrial de la universidad de Guayaquil. 2013–2017.*
- Plasencia, j. E., & (universidad de la laguna). (2018). *Trabajo de fin de grado sistema de votación electrónica basado en blockchain. 40.*

Artículos de revistas

- Martínez, j., & comino, m. (2018). El método ágil scrum, evolución y aplicación en la administración de proyectos. *22nd international congress on project management and engineering, july, 135–144.*
[Http://dspace.aepro.com/xmlui/bitstream/handle/123456789/1562/at01-017_2018.pdf?sequence=1&isallowed=y](http://dspace.aepro.com/xmlui/bitstream/handle/123456789/1562/at01-017_2018.pdf?sequence=1&isallowed=y)
- Pardo, f. P. (2019). E-voting in colombia: progress and challenges in its implementation. *Revista derecha del estado, 42, 211–248.*
<https://doi.org/10.18601/01229893.n42.08>

Sobre los autores

- **Andrés Chila:** Estudiante pregrado Ingeniería de Sistemas, Universidad de Cundinamarca. achila@ucundinamarca.edu.co
- **Isaac Gómez:** Estudiante pregrado Ingeniería de Sistemas, Universidad de Cundinamarca. iegomez@ucundinamarca.edu.co
- **Francisco Lanza:** Docente investigador grupo GISTFA, Magister en dirección

estratégica de TIC con énfasis en empresas de Software, Ingeniero de Sistemas, Universidad de Cundinamarca. flanza@ucundinamarca.edu.co

- **César Barahona:** Docente investigador grupo GISTFA, Magister en Sistemas Computacionales, Especialista en gestión de proyectos, Ingeniero en Telecomunicaciones, Universidad de Cundinamarca. cbarahona@ucundinamarca.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2020 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)