



Temática : IV Taller internacional de Impacto de las TIC en la Sociedad.

## Ecosistema de software para la gestión de procesos electorales

### *Software ecosystem for electoral processes management*

Laura Mercedes Camacho González <sup>1\*</sup>, Reynaldo Alvarez Luna, Lester Collado Rolo, Lisaidi Lucia Coca Conesa, Lisdan Rodríguez Pérez, Oswald Aguilar Dowins, Yaidel Castro Díaz

<sup>1</sup> Universidad de las Ciencias Informáticas. Facultad CITEC. Centro de Representación y Análisis de Datos. Carretera a San Antonio de los Baños, km 2 1/2, Boyeros, La Habana, Cuba. CP.: 19370. [lmcamacho@uci.cu](mailto:lmcamacho@uci.cu)

\* Autor para correspondencia: [lmcamacho@uci.cu](mailto:lmcamacho@uci.cu)

---

#### Resumen

La transparencia y el control de los procesos de elecciones son claves en la sociedad y tienen alto impacto en la vida política de la nación. En este empeño ha surgido una relación de trabajo entre la Universidad de las Ciencias Informáticas y el hoy Consejo Electoral Nacional que data de alrededor de 8 años. Implementando varias soluciones de software para el desarrollo de los principales procesos electorales: elecciones municipales, de gobernadores y vicegobernadores, nacionales y referendos. Un conjunto de herramientas informáticas conforman el ecosistema de software para la gestión de los procesos electorales basado en una arquitectura orientada a componentes, desacoplada y con buenas prácticas tecnológicas y de seguridad para garantizar la escalabilidad y la funcionalidad de las soluciones. Dicho ecosistema permite además el soporte de los procesos fuera de tiempo de elecciones tales como el control de los miembros de las estructuras electorales, la gestión de procesos de cubrir plazas vacantes, el análisis de información histórica de los procesos electorales y la generación de reportes. La informatización de los procesos electorales establecidos en la Ley Electoral vigente está completamente cubierta, lo que ha permitido un alto nivel de inmediatez de la información gestionada entre todas las estructuras electorales. Por ello el presente trabajo aborda los principales resultados en esta área y el trabajo futuro en una sociedad en permanente transformación digital de la gestión de gobierno.

**Palabras clave:** ecosistema, procesos electorales, software.

#### Abstract

*Transparency and control of election processes are key in society and have a high impact on the political life of the nation. In this endeavor, a working relationship has emerged between the University of Computer Sciences and the current National Electoral Council that dates back around 8 years. Implementing various software solutions for the development of the main electoral processes: municipal, governor and vice-governor, national elections and referendums. A set of IT tools makes up the software ecosystem for the management of electoral processes based on a component-oriented architecture, decoupled and with good technological and security practices to guarantee the*



*scalability and functionality of the solutions. This ecosystem also allows the support of out-of-time election processes such as the control of the members of the electoral structures, the management of processes to fill vacancies, the analysis of historical information on the electoral processes and the generation of reports. The computerization of the electoral processes established in the current Electoral Law is completely covered, which has allowed a high level of immediacy of the information managed among all electoral structures. Therefore, this work addresses the main results in this area and future work in a society in permanent digital transformation of government management.*

**Keywords:** *ecosystem, electoral processes, software.*

---

## Introducción

Las elecciones son uno de los procesos políticos más importante de cualquier país, estas representan el método democrático mediante el cual los electores eligen con su voto libre a quienes ocuparán los cargos políticos (James et al., 2019). Son consideradas un elemento clave para la nominación de los gobernantes, la participación política de los ciudadanos, así como la promoción de una sucesión del poder de manera pacífica y ordenada. Expresan la legitimación del sistema político y de sus líderes o dirigentes, además de permitir que los gobiernos tengan un origen popular.

En la actualidad existen aplicaciones que contribuyen a la informatización de los procesos electorales, enfocadas a las etapas o periodos del ciclo electoral (preelectoral, electoral y postelectoral). Según (García Rodríguez, 2011) algunos de los beneficios son:

- Mejora la información pública acerca del proceso electoral
- Aumenta la rapidez en la transmisión de resultados electorales.
- Facilita el intercambio de información entre los organismos electorales y otros usuarios y proveedores.
- Reduce los costos de información y aumenta su eficiencia.
- Fortalece la participación en los procesos democráticos.
- Abre posibilidades de uso en la inscripción electoral y en las votaciones.

Algunos de los sistemas empleados con este objetivo tienen un alto costo, por lo que el desarrollo de soluciones propias es clave para la soberanía y la sustitución de importaciones por concepto de software externos. Para el desarrollo de software, en la actualidad se busca la creación de alianzas con el objetivo de compartir mercados, personalizar productos y aumentar la usabilidad y sostenibilidad de los sistemas (Alves et al., 2017). Según el autor



deben propiciar una fácil adaptación en diversos entornos. Estas alianzas deben estar basadas en una estricta ética que permita la transparencia de los datos y la integridad de estos en todo el proceso (Rantanen et al., 2019).

Un ecosistema de software se concibe como un conjunto de soluciones de software que soportan cierta necesidad del negocio (Bosch, 2009) (Franco-Bedoya et al., 2017). Este tipo de soluciones, permiten centrarse en la información y el conocimiento, para dejar de lado la tecnología subyacente. Por otro lado, “una de las características fundamentales de un ecosistema tecnológico es la capacidad del sistema para soportar los cambios y adaptarse a las necesidades de los usuarios a lo largo del tiempo” (García Holgado & others, 2018).

En Cuba, las Tecnologías de la Información y la Comunicaciones (TIC) son cada vez más utilizadas para la informatización de la Administración Pública. La aplicación de las (TIC) en la resolución de problemas y el manejo de datos facilita el aumento de la transparencia y la participación ciudadana (Bermúdez & Jover, 2020) (García Baluja & Plasencia Soler, 2020).

El Consejo Electoral Nacional (CEN), el órgano del Estado con la misión de “organizar, dirigir y supervisar las elecciones, consultas populares, plebiscitos y referendos” (*Ley No. 127, “Ley Electoral”, 2019*) cuenta con los Sistemas de Gestión e Información del Proceso Electoral: SIGEL Parciales v3.0 y SIGEL Generales v2.0 para la gestión de la información de las actividades electorales entre los diferentes niveles (Grecesqui, 2018) y los sistemas: SIGEL Miembro y Silectos para la gestión de miembros y de electos respectivamente durante los periodos no electorales. Esto cubre todo el ciclo de procesos definido en el artículo 1 y 2.1 de la mencionada ley, excepto la realización de consultas populares para la cual se implementa actualmente un sistema en fase de pruebas.

Uno de los pilares fundamentales para el desarrollo de las tecnologías en el CEN es la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), institución que realiza el soporte de todos los sistemas informáticos con que cuenta dicho consejo. El Centro de Representación y Análisis de Datos de la universidad ha garantizado desde 2015 los procesos de elecciones, su soporte tecnológico y gestión del centro de información del hoy Consejo Electoral Nacional.

Dichas soluciones requieren de una evolución tecnológica para ser más eficientes, flexibles ante solicitudes de cambios. Igualmente, al formarse el Consejo Electoral Nacional con estructuras permanentes de gestión se han consolidado todos los procesos que debe gestionar el órgano. Sus funciones están definidas en la Constitución de la República y detalladas por la Ley no 127 (*Ley No. 127, “Ley Electoral”, 2019*).



La presente investigación tiene como objetivo general visualizar el impacto del ecosistema de software para la gestión de procesos electorales en la transformación digital de la sociedad cubana.

## Tecnologías y Metodologías utilizadas

Se han utilizado según las tendencias más modernas varios métodos de investigación:

Del nivel teórico:

- **Analítico-Sintético:** Se empleó para realizar un análisis de la bibliografía correspondiente a la investigación y extraer los elementos significativos para el desarrollo del ecosistema de software.
- **Análisis Histórico-Lógico:** Se investigó y se extrajeron aspectos de interés sobre los procesos electorarios a nivel nacional e internacional.

Del nivel empírico: Se empleó la entrevista como método empírico, realizando estas a los dueños del proyecto, recolectando la información necesaria sobre los nuevos componentes a desarrollar para conformar el ecosistema de software.

## Tecnologías

Para la programación del lado del cliente se empleó AngularJS. Angular es un marco de trabajo desarrollado en TypeScript basado en el patrón de diseño Modelo Vista Controlador (MVC), multiplataforma y de código abierto. Fue desarrollado por Google y un amplio foro comunitario lo que posibilita su constante actualización. Permite crear aplicaciones de una sola página las cuales se cargan rápidamente gracias al nuevo enrutador de componentes; este ofrece una división automática de códigos para que los usuarios solo carguen el código necesario para procesar la vista que solicitan. Es relativamente sencillo de aprender comparado con otros lenguajes de programación (Kumar & otros, 2016) (Angular, s. f.).

Para el desarrollo junto a Angular se utiliza TypeScript, este es un lenguaje de programación libre y de código abierto desarrollado y mantenido por Microsoft; facilita la escritura multiplataforma, la escala de aplicaciones, se ejecuta en cualquier navegador o en cualquier host y es un superconjunto mecanografiado de JavaScript, puede mejorar drásticamente su productividad al permitir experiencias de herramientas enriquecidas, todo mientras mantiene su código existente y continúa utilizando las mismas bibliotecas de JavaScript (Microsoft, s. f.).



Del lado del servidor se empleó Django, un marco de trabajo de desarrollo web multiplataforma, escrito en Python, gratuito y de código abierto. Incluye docenas de extras que puede usar para manejar tareas comunes de desarrollo web como pueden ser: la autenticación del usuario, la administración de contenido, los mapas del sitio, entre otras. Ayuda a los desarrolladores a evitar errores de seguridad comunes, como la inyección de SQL, las secuencias de comandos entre sitios y la falsificación de solicitudes. Brinda una interfaz de programación de aplicaciones (API) de base de datos robusta y confiable (Guerrero Benalcazar, 2016) (Django, s. f.).

Se utiliza Python pues es un lenguaje de programación poderoso y fácil de aprender. Cuenta con estructuras de datos eficientes y de alto nivel y un enfoque simple pero efectivo a la programación orientada a objetos. La elegante sintaxis de Python y su tipado dinámico, junto con su naturaleza interpretada, hacen de este un lenguaje ideal para desarrollo rápido de aplicaciones en diversas áreas y sobre la mayoría de las plataformas (Welcome to Python.Org, s. f.).

Como gestor de bases de datos se utiliza PostgreSQL, un potente sistema gestor de bases de datos relacionales, multiplataforma, orientado a objetos y de código abierto; el cual usa y amplía el lenguaje SQL combinado con muchas características que almacenan y escalan de manera segura las cargas de trabajo de datos más complicadas. Posee funcionalidades destinadas a proteger la integridad de los datos y a construir entornos tolerantes a fallos, es altamente escalable tanto en la cantidad de datos que puede manejar como en el número de usuarios concurrentes que puede acomodar (Group, 2021).

## **Metodología de desarrollo**

Para guiar el proceso de desarrollo de software se empleó la metodología Proceso Unificado de Desarrollo Ágil (AUP).

Versión simplificada de Proceso Unificado de Desarrollo (RUP), fácil de entender y aplicable al desarrollo de software comercial, utilizando las tendencias y conceptos que aún permanecen fieles a RUP. AUP es flexible, está orientada a equipos pequeños y presenta una significativa simplificación, pero a pesar de ello no renuncia a las buenas prácticas ingenieriles para asegurar la calidad del producto. Propone los mismos roles, artefactos, pero en una versión simplificada; es decir, en RUP Ágil, sólo se utilizan los artefactos que son imprescindibles y realmente necesarios para la realización del producto (Al-Zewairi et al., 2017) (Martínez Martínez, 2020).

## **Resultados y trabajo futuro**



Los sistemas informáticos desarrollados en la UCI han garantizado desde el 2015 la gestión de la información de los procesos electorales realizados hasta la fecha. Brindando información oportuna y efectiva al país sobre el progreso de las jornadas electorales y la posibilidad de dar conocer a las pocas horas los resultados oficiales. Tanto para los procesos eleccionarios ejecutados (parciales, generales y elección de Gobernadores y Vicegobernadores) como para Referendos y Plebiscitos, los sistemas cuentan aproximadamente con 400 reportes estadísticos que proporcionan la información necesaria para establecer comparaciones de apoyo en la toma de decisiones, utilizados además en la elaboración de los comunicados de prensa emitidos por el Consejo Electoral Nacional. Por otra parte la gestión de los electos y sus sustituciones entre cada proceso electoral se realiza mediante el sistema Silectos. En caso de ser necesario realizar una sustitución, ya sea de Delegados, Presidentes o Vicepresidentes a la AMPP, de Gobernadores o Vicegobernadores provinciales o Diputados a la ANPP, el proceso debe ser notificado al nivel inmediato superior para ser aprobado o rechazado mediante dicha aplicación dando la posibilidad de mantener actualizado el listado de los electos en todo momento.

Como fruto de la madurez de las relaciones Universidad-Empresa en el presente año se ha incubado en el Parque Científico Tecnológico de la Habana un proyecto conjunto entre las partes para el desarrollo de un ecosistema moderno como evolución a los sistemas actuales, dado el fuerte conocimiento de los procesos de negocio de las instituciones y el avance natural de las tecnologías que implican obligadas tareas de evolución y mantenimiento. El proyecto se ha propuesto el diseño y desarrollo del ecosistema de software para la gestión de procesos electorales **decidimOS** con la misma función de permitir la gestión de las personas involucradas en los procesos electorales, los electos y las plazas vacantes, los procesos de referendo y plebiscitos y los procesos de elección de delegados a las Asambleas Municipales y Nacionales del Poder Popular.

El ecosistema de software que se propone consiste en una plataforma formada por varios componentes para el soporte de los procesos electorales en la que se han definido componentes bases tales como la seguridad, la gestión de personas, las estructuras electorales y algunos tecnológicos para la gestión de trazas, cache y notificaciones.

La figura siguiente muestra una vista de alto nivel de la arquitectura como conceptualización inicial de la solución propuesta.

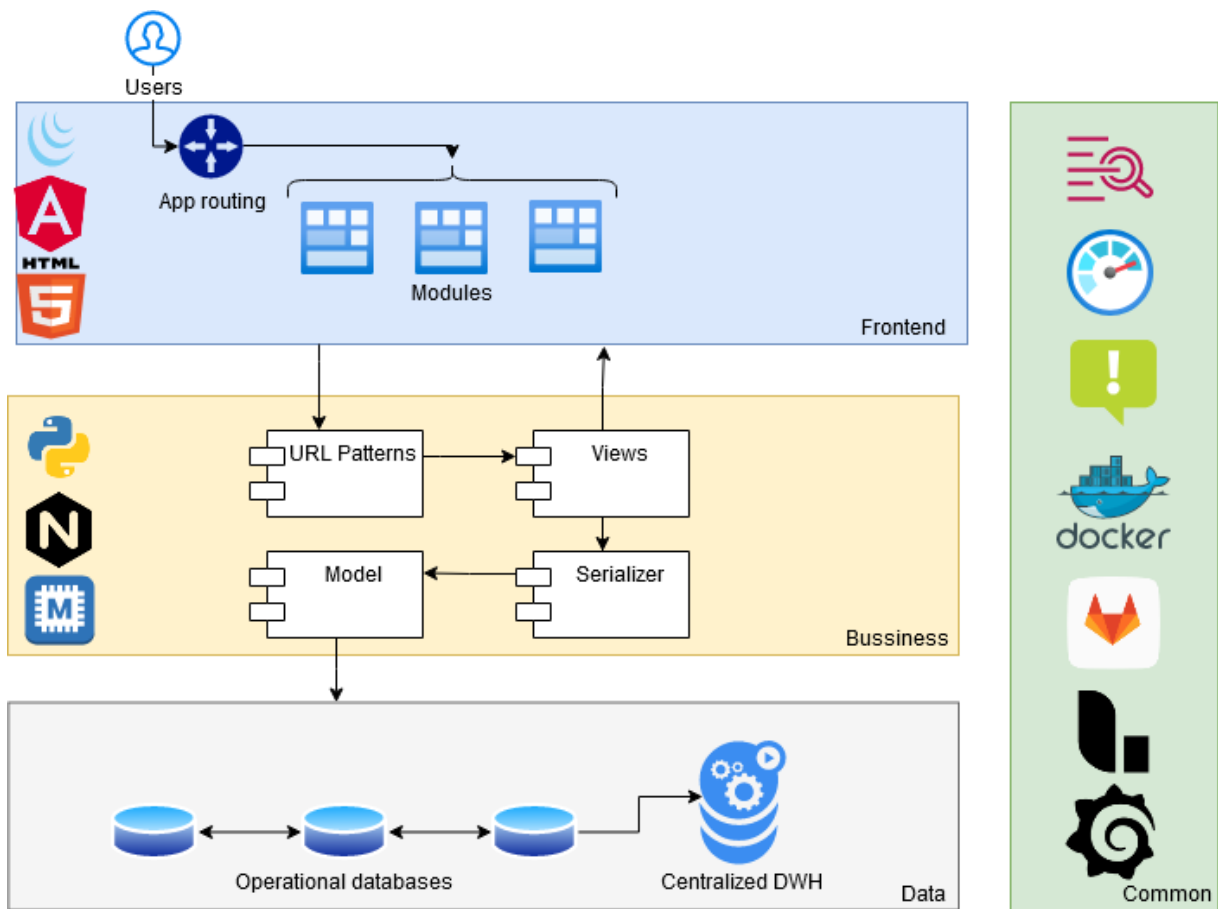


Figura 1. Arquitectura del ecosistema decidimos.

Con el desarrollo del ecosistema decidimOS, existe mayores garantías de sostenibilidad de las soluciones de software que soportan los procesos electorales. Se introducen tecnologías y herramientas que contribuyen a disminuir los esfuerzos en la toma de decisiones y la gestión de cambios en los sistemas. Se actualiza el sistema operativo Nova kiosko. Se eleva la gestión automatizada en la configuración y mantenimiento de los servidores y servicios.

La arquitectura permite un mejor acoplamiento de nuevos componentes al ecosistema de software mediante el uso de APIs de servicio e intercambios de mensajes entre los componentes. Como parte de los esfuerzos en la informatización del país el ecosistema está preparado para la implementación de funciones que permiten la interoperabilidad con sistemas externos.



## Conclusiones

Los procesos electorales en Cuba están ampliamente soportados por tecnologías y sistemas que permiten un control de los procesos y la inmediatez en la información. Teniendo un impacto directo en la transparencia y auditabilidad de los procesos. La transformación digital de la sociedad cubana tiene en este escenario una fortaleza garantizada como expresión de su apuesta por la democracia y la ética de los procesos electorales.

Los sistemas de software que soportan los procesos electorales funcionan como un ecosistema que comparte conceptos, estructuras y datos para garantizar la integridad entre los procesos electorales que se desarrollan.

El planteamiento de una evolución tecnológica de los sistemas a un ecosistema con mayores ventajas funcionales y de interoperabilidad permitirá un mejor desenvolvimiento en un escenario de transformación digital de la sociedad con mayor número de actores donde los flujos de información y la toma de decisiones informada permite una mejor gestión de gobierno.

## Referencias

- Alves, C., de Oliveira, J. A. P., & Jansen, S. (2017). Software Ecosystems Governance-A Systematic Literature Review and Research Agenda. *ICEIS (3)*, 215-226.
- Al-Zewairi, M., Biltawi, M., Etaiwi, W., Shaout, A., & others. (2017). Agile software development methodologies: Survey of surveys. *Journal of Computer and Communications*, 5(05), 74.
- Angular. (s. f.). Recuperado 28 de agosto de 2021, de <https://docs.angular.lat>
- Bermúdez, M. D.-C., & Jover, J. N. (2020). Gestión gubernamental y ciencia cubana en el enfrentamiento a la COVID-19. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 10(2), 881.
- Bosch, J. (2009). From Software Product Lines to Software Ecosystems. *Proceedings of the 13th International Software Product Line Conference*, 111-119.
- Franco-Bedoya, O., Ameller, D., Costal, D., & Franch, X. (2017). Open source software ecosystems: A Systematic mapping. *Information and software technology*, 91, 160-185.





- García Baluja, W., & Plasencia Soler, J. A. (2020). Aspectos claves para la informatización y el Gobierno Electrónico. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 14, 124-147.
- García Holgado, A. & others. (2018). *Análisis de integración de soluciones basadas en software como servicio para la implantación de ecosistemas tecnológicos educativos*.
- García Rodríguez, Juan Ignacio. (2011). Los desafíos de los organismos electorales latinoamericanos en el siglo XXI y la incorporación de la tecnología. *Revista de Derecho Electoral*, 11. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3627402>
- Group, P. G. D. (2021, agosto 28). PostgreSQL. PostgreSQL. <https://www.postgresql.org/>
- Guerrero Benalcazar, R. I. (2016). Estudio comparativo de los Frameworks Ruby On Rails y Django para la implementación de un sistema informático de control y administración de network marketing. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/5356>
- James, T. S., Garnett, H. A., Loeber, L., & Ham, C. van. (2019). Electoral management and the organisational determinants of electoral integrity: Introduction. *International Political Science Review*, 40(3), 295-312. <https://doi.org/10.1177/0192512119828206>
- Ley No. 127, "Ley Electoral". (2019). <https://www.gacetaoficial.gob.cu/es/ley-no-127-ley-electoral-de-13-de-julio-de-2019>
- Kumar, A., & Singh, R. K. (2016). Comparative analysis of angularjs and reactjs. *International Journal of Latest Trends in Engineering and Technology*, 7(4), 225-227.
- Martínez Martínez, Z. (2020). *Desarrollo e implementación de un sistema de información para gestionar los procesos y recursos empresariales en la industria manufacturera*. <http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/handle/11317/1885>
- Welcome to Python.org. (s. f.). Python.Org. Recuperado 28 de agosto de 2021, de <https://www.python.org/>



Rantanen, M. M., Hyrynsalmi, S., & Hyrynsalmi, S. M. (2019). Towards Ethical Data Ecosystems: A Literature Study. *2019 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC)*, 1-9. <https://doi.org/10.1109/ICE.2019.8792599>  
TypeScript. (s. f.). Recuperado 28 de agosto de 2021, de <https://devblogs.microsoft.com/typescript/>