

Hacia el desarrollo de un prototipo de sistema de voto electrónico para el contexto costarricense

Jeff Schmidt Peralta

Centro de Investigaciones en Computación
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Cartago, Costa Rica
jschmidt@itcr.ac.cr

Jaime Gutiérrez Alfaro

Centro de Investigaciones en Computación
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Alajuela, Costa Rica
jgutierrez@itcr.ac.cr

Resumen—Los desarrollos tecnológicos le han ofrecido a nuestras sociedades soluciones a distintos problemas que se han tenido que ir enfrentando, más recientemente las tecnologías digitales de comunicación e información se han incorporado de una forma transversal en muchas de nuestras actividades cotidianas y de forma particular lo están haciendo en temas de interés público. Los procesos electorales, por su complejidad y requerimientos particulares, han venido adoptando la tecnología digital con recelo, pero sin cerrarle las puertas porque las oportunidades de mejorar y facilitar el proceso son alentadoras. En este artículo se quieren presentar el proceso de implementación de un prototipo para Voto Electrónico adaptado para las particularidades del proceso electoral costarricense. El diseño y construcción de la propuesta ha sido el resultado del trabajo en el proyecto de investigación “Voto Electrónico” inscrito en el Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR).

Palabras clave — voto electrónico, urna electrónica, padrón electrónico, Costa Rica

I. INTRODUCCIÓN

Los procesos electorales costarricenses gozan de una gran tradición y respeto que se ha sustentado en el buen trabajo que ha desempeñado, desde su creación en el año 1949, el Tribunal Supremo de Elecciones (TSE) para hacer prevalecer un sistema democrático que hoy se presenta bastante maduro. Las funciones del Tribunal según la constitución política vigente se resumen en la organización, dirección y vigilancia de los actos relativos al sufragio [1], es decir, abarcan la preparación de proyectos legales, la construcción y actualización del registro electoral, la planificación estratégica (división del territorio en distritos electorales), la inscripción de partidos y candidatos, el seguimiento de la campaña, la administración del proceso electoral (preparación y control del material electoral), actividades de información ciudadana a los votantes, capacitaciones a las personas que colaborarán en el proceso, la emisión del voto por parte de los ciudadanos empadronados, el escrutinio, transmisión de los resultados, la resolución de reclamaciones y la certificación de los mismos [2] [3]. Además de las funciones mencionadas hay una serie de situaciones que el TSE debe enfrentar [4]:

- Crecimiento Demográfico: al aumentar la población naturalmente aumentan las personas empadronadas como votantes, con la repercusión sobre la logística para llevar a cabo el proceso electoral.

- Integración de Juntas Receptoras de Votos: el aumento de votantes implica la apertura de más centros de votación, a lo que hay que agregar una problemática que han venido presentando, el descenso de la participación ciudadana como colaboradores voluntarios del proceso electoral.
- Costos para la Organización de los Comicios Nacionales: según datos de 1990 a 2002 han aumentado a una tasa del 67.17 %.
- Desarrollo Económico: hay cambios en el estilo de vida de la población, se modifican hábitos y costumbres producto en parte de movimientos migratorios.
- Desarrollo Tecnológico: está impactando en la sociedad en la mayor parte de las actividades diarias, generando una necesidad de respuestas ágiles a las situaciones. En particular hay una fuerte incidencia de este aspecto en la educación.
- Políticas Gubernamentales: el Gobierno Costarricense desde el Poder Ejecutivo ha impulsado políticas de gobierno digital, obligando a las instituciones a buscar nuevas y mejores formas de llevar a cabo sus funciones.
- Aumento de procesos electorales: a partir del año 2002 se separaron los comicios presidenciales de los municipales, con lo cual cada dos años hay una elección organizada por el TSE. Además en los últimos años dos elecciones presidenciales han sido definidas en una segunda ronda (2002 y 2014) y se ha llevado a cabo un referéndum (2007).

Dada la complejidad de las funciones del T.S.E. y las situaciones por enfrentar, el uso de tecnología se convierte en un elemento clave para facilitar y mejorar el trabajo realizado. Así lo ha entendido el Tribunal y desde el año 1996 han estado desarrollando actividades diversas con el fin de afianzar “mecanismos alternos para llevar a cabo un proceso electoral que reúnan y superen las características del proceso actual en lo referente a seguridad, confiabilidad, accesibilidad, integridad, transparencia y simplicidad en el manejo, con los beneficios que hoy ofrece la tecnología” [4]. Un paso que ya se logró fue la actualización de la normativa electoral, tarea que culminó en el 2009 con la promulgación de un nuevo código[5] que incluye varias menciones explícitas a la posibilidad de utilizar tecnología electrónica para los procesos electorales.

En su forma más amplia, Voto Electrónico se refiere a la utilización de tecnología electrónica para la automatización de un proceso electoral o parte de éste [3]. Una caracterización más puntual para Voto Electrónico, es limitarla a aquella tecnología que es utilizada en al menos una de las etapas que se desarrollan el día de las elecciones, es decir: la verificación de la identidad del elector en el registro electoral, la emisión del voto, el conteo de votos y la transmisión de los resultados [2], para los efectos de este trabajo utilizaremos la segunda caracterización.

El Voto Electrónico es clasificado según el tipo de tecnología empleada [2][6], lográndose identificar tres tipos: (a) la automatización de procesos efectuados en papel (por ejemplo: lectura de votos utilizando mecanismos ópticos), (b) el registro electrónico directo (RED), en el cual se usan máquinas digitales para la recepción del voto, acá se incluirían los sistemas empujados para votación conocidos como quioscos o urnas de votación y (c) la votación en línea, por internet.

Los sistemas de recuento automatizado al utilizar papel que el votante marca de cierta forma para indicar su voluntad, permiten una auditoría posterior. Sin embargo uno de los puntos negativos es que cualquier marca en el papel añadida a posteriori podría variar la voluntad del elector, una vulnerabilidad que si bien es parte del mecanismo automatizado existe también en un sistema de votación sin mediación de tecnología digital. Este tipo de votación electrónica fue utilizada en Venezuela entre los años 1994 y el 2003.

En el sistema de registro electrónico directo (RED) se utiliza una máquina cuyo diseño es específico para realizar una votación electoral, la especialización del equipo puede darse en mayor o menor medida pues una computadora convencional puede adaptarse para una votación RED sin embargo los sistemas más confiables son aquellos adaptados en mayor medida para una votación. El sistema electoral brasileño utiliza este tipo de dispositivos, también lo hacen algunos estados de EE.UU y también Venezuela lo ha adoptado en la última década[7][8].

Las votaciones a través de internet permiten emitir el sufragio desde una computadora conectada a la red. Este mecanismo es sin duda el que presenta retos más grandes y complejos, por ejemplo la identificación de votantes implica ofrecer soluciones fiables para evitar que una persona vote varias veces y que no haya suplantación de identidad. Además, dado el funcionamiento del sistema el servidor donde se almacenarán los votos emitidos guardará un rastro de cada persona lo que podría generar una posibilidad para violentar el secreto del sufragio. Un problema que se debe sumar en este modelo de votación electrónica (y cualquiera que haga uso del internet) es que las comunicaciones por internet últimamente han estado en el centro del debate internacional por las revelaciones en torno a violaciones a la privacidad. Es importante aclarar que puede darse una votación a distancia sin que sea a través de internet, e inclusive sin utilizar tecnología digital del todo, tal es el caso del proyecto de voto en el extranjero desarrollado por el TSE [9].

En este artículo se quieren presentar algunos aspectos generales del desarrollo de un prototipo para Voto Electrónico contextualizado para los requerimientos del proceso electoral costarricense, este ha sido llevado a cabo como parte del proyecto de investigación "Voto Electrónico" inscrito en el Instituto Tecnológico de Costa Rica. En la siguiente sección se presentan los avances registrados en esta materia en Costa Rica. En la sección III se presenta la propuesta de prototipo diseñada y desarrollada en el proyecto de investigación «Voto Electrónico» y finalizamos el trabajo con una sección detallando las pruebas realizadas y conclusiones apuntes finales.

II. VOTO ELECTRÓNICO EN COSTA RICA

Luego de varios años de análisis (desde 1996) es en diciembre del 2002 que el TSE llevó a cabo un plan piloto de votación electrónica durante las elecciones municipales, esta constituye la primera experiencia de este tipo en el país y generó un aprendizaje importante para el Tribunal. En esta oportunidad no se utilizó ningún dispositivo de hardware especialmente diseñado para la recepción de votos, sino que fueron computadoras de propósito general que estaban ejecutando una aplicación de software desarrollada de forma íntegra por el Tribunal. La aplicación de registro electrónico directo de los votos, emitía comprobantes impresos que luego eran depositados en la urna de las mesas electorales. La prueba contó con la participación de 80,000 personas que accedieron a votar con este mecanismo el día de la elección, lo cual representa al 6% del padrón total [10]. Cabe mencionar que el Instituto de Investigaciones Sociales (IIS) de la Universidad de Costa Rica realizó una valoración positiva de la percepción de los votantes con respecto al proceso de voto electrónico, al tiempo que ellos consideran posible extender la modalidad a todo el territorio nacional[11]. Entre los aspectos que identificaron importantes de mejorar está: la utilización de computadoras diseñadas específicamente para este propósito (más sencillas de transportar y adaptar al a topografía y disponibilidad del fluido eléctrico del país), la necesidad de implementar software más seguro (para minimizar el fraude electoral) y disponible para ser auditado (disminuyendo la disconformidad social) [7].

Los años siguientes a esa prueba piloto el Tribunal se dedicó a examinar distintos modelos de votación electrónica, siendo el utilizado en Brasil el que más les llamó la atención por su accesibilidad, secreto del voto, seguridad y robustez [7][4]. Este modelo está compuesto de dos elementos: una urna electrónica (tipo RED) y una dispositivo que permite la verificación de electores, un padrón electrónico. En dos ocasiones intentó el Tribunal utilizar este sistema en Costa Rica, para las elecciones presidenciales del 2006 y las municipales del mismo año, sin embargo factores presupuestarios y logísticos impidieron concretar el proyecto.

A partir de esas experiencias y lecciones aprendidas el TSE decide continuar con el plan de implantación de Voto Electrónico en el país, haciendo un llamado al sector académico del país para ofrecer propuestas y trabajar en conjunto. El Tecnológico de Costa Rica atendiendo al llamado del TSE

efectuó de manera conjunta varios estudios de la tecnología existente y definiendo las principales características tanto en hardware como en software que se requerirían para nuestro país. Durante el año 2008 y el 2009 se realizó un análisis de factibilidad y un estudio de mercado para evaluar las opciones tecnológicas que ofrecen las casas comerciales que desarrollan soluciones de voto electrónico. Se concluyó que los precios ofrecidos en forma comercial no están acordes a la realidad nacional. A raíz de esos resultados se planteó el proyecto de investigación "Voto Electrónico" en el Instituto Tecnológico de Costa Rica, el cual recibió apoyo de la Vicerectoría de Investigación y Extensión a partir del año 2011.

En paralelo el Tribunal continuó trabajando en prototipos utilizando el modelo RED de voto electrónico, comenzado por la urna electrónica y la transmisión remota de resultados, también analizó la posibilidad de voto en línea y voto en el extranjero, siguiendo una modalidad presencial. Los altos costos de las alternativas analizadas, unidas a las restricciones presupuestarias y a contar con proyectos de mayor prioridad, hicieron que el TSE entrara en un estado de espera para el proyecto de votaciones electrónicas.

Para la elección nacional del 2014 se intentó implementar el voto en el extranjero utilizando un dispositivo electrónico, sin embargo la elección se hizo de la forma convencional pues no fue posible llevar a cabo las pruebas de seguridad necesarias antes de las elecciones. La incorporación de Voto Electrónico en el país ahora se ha aplazado para la siguiente elección municipal que se llevará a cabo en el año 2016. [9]. Para la misma época el proyecto de Investigación "Voto Electrónico" ha logrado implementar un prototipo de dispositivo acorde a la realidad nacional, las características de este producto son presentadas a continuación.

III. DESARROLLO DEL PROTOTIPO DE VOTO ELECTRÓNICO

III-A. Descripción general

El proyecto de investigación «Voto Electrónico» del Instituto Tecnológico de Costa Rica se planteó con el objetivo de ofrecer una propuesta de automatización del proceso electoral costarricense. La metodología de trabajo que se siguió comenzó con la revisión de trabajos similares y antecedentes en el país, luego se hizo el levantamiento de los requerimientos para el desarrollo del proyecto, en este paso se contó con la colaboración constante de los miembros del Tribunal quienes dieron pautas generales y específicas a seguir, para luego dar paso al desarrollo del prototipo. Si bien hay muchos aspectos importantes que guiaron el desarrollo nos gustaría resaltar los siguientes aspectos generales de la propuesta de Voto electrónico definida:

a. Separación de la identificación del votante y la urna, ambos sistemas deben ser independientes y desconectados de cualquier red de comunicaciones (toda la información necesaria para operar debe ser previamente cargada).

b. Todas las funciones del sistema deben guardarse en bitácoras que podrán ser extraídas en forma posterior con fines de auditoría, estas bitácoras además pueden ser utilizadas



Figura 1. Imagen del prototipo de la Urna Electrónica.

como duplicados de los documentos exigidos por la legislación vigente.

c. Ausencia de comunicación entre los dispositivos (Urna y Padrón), evitando la manipulación de uno de los sistemas desde el otro se gana una mayor garantía y confianza una mayor garantía del secreto del voto.

d. Impresión de comprobante de voto, luego de que el elector manifieste su voluntad electoral debe imprimirse un comprobante, que el votante podrá observar para corroborar su decisión y luego este se depositará de forma automática en una urna.

e. Utilización de software libre, si bien es cierto que el acceso al código fuente no es garantía de fiabilidad lo que si podemos asegurar es que una aplicación de voto electrónico cuyo código fuente no sea auditable es totalmente descartable para ser utilizada de forma confiable. Esta decisión abarca también al sistema operativo sobre el cual se ejecutarán las aplicaciones a desarrollar.

Con estas características generales, la propuesta se encaminó hacia la construcción de dos dispositivos empotrados: un sistema para la identificación de votantes y una urna electrónica. El primero centrado en buscar en el padrón electoral a los votantes inscritos para ofrecer a los miembros de la mesa electoral información suficiente que les permita determinar si el ciudadano que se presenta a votar es quien efectivamente dice ser. La urna electrónica consiste en otro sistema empotrado donde, una vez que ha sido identificado el votante, recibe la decisión del elector de forma digital y la almacena de forma secreta (también imprime un comprobante para efectos de auditoría). Una vez establecidos los lineamientos generales de diseño se procedió a hacer el diseño por casos de uso, los cuales presentaremos acá para cada uno de los dispositivos.

III-B. Requerimientos

Descripción de los casos de uso para el Sistema de Identificación de Votantes o Padrón Electrónico:

1. Comprobación del estado del sistema: cada vez que el equipo inicia realizará un chequeo total del sistema junto con la fecha y hora del reporte. Esta información es almacenada

junto con los datos del sistema, de manera que permita una auditoría de cuantas veces el equipo fue encendido. El chequeo revisa hardware (reconoce dispositivos y que respondan debidamente), software (sistema operativo y aplicaciones cargan debidamente) y configuración (información necesaria como el padrón de electores). Dicho chequeo deberá mostrarse en pantalla. Además, el reporte incluirá la versión de cada software y configuración utilizada. Autenticación de miembros de mesa: el sistema al iniciar no puede ser utilizado hasta que un miembro de dicha mesa se autentique. Una vez autenticado, el sistema solo pedirá al miembro de mesa autenticarse nuevamente en tareas críticas (por ejemplo al generar el acta de inicio y cierre).

2. Acta de inicio: el sistema genera un acta donde se registra información del estado inicial del dispositivo, por ejemplo fecha y hora del sistema; versión de la aplicación; parámetros de configuración utilizados.

3. Apertura de votación: es el proceso que permite a un miembro de mesa iniciar el proceso de identificación de electores.

4. Identificación del elector: cuando un elector llega a la mesa, debe identificarse suministrando la cédula de identidad a los miembros de mesa. Se debe ingresar el número de cédula, o de manera automática mediante un dispositivo de lectura del código de barras de la cédula, el sistema muestra en pantalla los datos personales y foto del elector. Los miembros de mesa deben determinar la autenticidad y validez del elector mediante la información dada por el sistema.

5. Ejercer voto: en la pantalla de los datos personales se muestra la información del elector, luego de que éste ejerce su derecho, el miembro de mesa registra la acción correspondiente a la confirmación de votación.

6. Información de la mesa y estado de votación: el sistema en todo momento debe permitir la consulta de información respecto a la mesa de votación y al estado actual de la votación. Esta información incluye centro de votación al que pertenece, provincia, cantón, distrito electoral, número de junta y total de electores para la mesa específica, así como la hora de inicio y actual del sistema. Este procedimiento está contemplado en el código electoral vigente[5].

7. Cierre de votación: indica al sistema que no se van a identificar más electores o no se registrarán más votos. 8. Acta de cierre: El sistema genera un acta donde se registra la información del sistema al momento de la finalización del uso, la información del acta es similar a que se genera en el caso de uso "Acta de inicio".

Descripción de los casos de uso para la Urna Electrónica:

0. Realizar voto: este caso de uso es la razón de ser del sistema y como su nombre lo indica es el encargado de recibir las votaciones y de mostrar las diferentes opciones de votar.

1. Cierre de urna: la urna se cierra y no acepta más votaciones. Además se registra la justificación del cierre. Dentro de las razones posibles para la ejecución de este caso están: un mal funcionamiento del sistema durante la votación o indicios de intento de violación de integridad de los componentes del sistema.

2. Crear informe final de conteo: Este caso de uso despliega los resultados obtenidos durante el proceso de votaciones.

3. Inicializar urna: el presidente de la Junta Receptora, luego de autenticarse en el sistema inicializa la urna para que esta quede lista para la recepción de votos. En este proceso la urna de forma automatizada hace un revisión de integridad de hardware y software, dejando constancia en una bitácora de registro de eventos.

4. Registrar nuevo usuario: consiste en ingresar un nuevo usuario en caso de que el actual no pueda acudir a los recintos de votación. Este caso de uso es más que todo de contingencia y solo puede haber un usuario del TSE activo por mesa.

5. Anular voto: este caso de uso se ejecuta en la situación en que se presenta una acción indebida por parte del votante y su voto debe ser anulado. Las situaciones indebidas están contempladas en el código electoral vigente [5].

6. Ingresar configuración: con este caso de uso se registran todos los usuarios de la urna, las papeletas y sus plantillas correspondientes.

III-C. Desarrollo del prototipo

El software de ambos dispositivos fue desarrollado utilizando el lenguaje de programación C++, el entorno de desarrollo QtCreator 4 y como gestor de base de datos SQLite. En cuanto al hardware, para el padrón electrónico la versión más reciente se encuentra corriendo en una netbook con un procesador Intel Atom N270, sistema operativo Ubuntu 10.04 y un lector de códigos de barra (para leer la información de las cédulas de identidad); la Urna electrónica utiliza una tarjeta de desarrollo "BeagleBone White" (procesador ARM), con el sistema operativo Debian estable, además entre los periféricos: una pantalla táctil capacitiva, una impresora térmica y un identificador por radio frecuencia.

IV. PRUEBAS

Como antecedentes a la prueba llevada a cabo se participó en varias actividades en las que se consiguió obtener impresiones valiosas de los votantes, entre las actividades resaltamos:

- Votación estudiantil de carácter oficial en el ITCR, ocasión en la que estuvieron empadronados 88 estudiantes y se utilizó el Padrón Electrónico como mecanismo para identificar los electores.[12].
- VI Encuentro de Investigación y Extensión organizado por la Vicerectoría de Investigación y Extensión del ITCR [13].
- Expo Ciencia, Tecnología e Innovación, organizado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones.

En las últimas dos actividades, los asistentes pudieron utilizar tanto el padrón como la urna sin que se registraran incidencias particulares durante la exhibición.

El dispositivo completo fue sometido a pruebas durante las elecciones estudiantiles del Liceo Poacito del 2015. Este centro educativo pertenece administrativamente al distrito Sabanilla del cantón central de la provincia de Alajuela. Está ubicado aproximadamente a unos 42 kilómetros al noroeste de San



Figura 2. Mesas electorales en la votación estudiantil del Liceo Poacito. En primer plano la mesa que utilizó voto electrónico, al fondo la Mesa que utilizó el sistema tradicional.

José. El índice de desarrollo social de la zona es “medio - bajo” según el informe anual del ministerio de planificación pública para el año 2012. La población se dedica principalmente a trabajos como: agricultura, ganadería, floricultura y turismo. En una entrevista con la subdirectora del Liceo, ella describe la población como esencialmente rural y con poco acceso a tecnología, como ejemplo indica que en el centro educativo se habilitó en el 2014, una computadora para uso de la población estudiantil con el fin de proporcionar la accesibilidad a dicho recurso, ya que no existen en los alrededores establecimientos que brinden dicho servicio.

IV-A. Objetivos y metodología

El objetivo principal de la prueba fue evaluar el funcionamiento y la aceptación del prototipo en una votación real. La muestra (los votantes) que participaron de la prueba fueron todos los estudiantes del Liceo, un total de 210, cuyas edades varían entre los 12 y los 18. La votación se llevó a cabo el día viernes 15 de mayo entre las 10:00 y las 12:00 horas, y contó con 147 votantes.

La metodología empleada se basó en la evaluación llevada a cabo durante las elecciones del 2011 en Salta, Argentina[14], donde se aplicó un instrumento a dos grupos de electores: uno utilizando el método tradicional y otro utilizando voto electrónico. Para emular esta metodología se le solicitó al Liceo la colaboración para contar con dos mesas receptoras de votos y el padrón electoral se dividió de igual forma en dos grupos. Cada mesa receptora contaba con su propio padrón, urna y una caja receptora de votos.

Para ejercer el voto los estudiantes se acercaban al recinto electoral y era dirigidos a la mesa correspondiente donde serían identificados, en el caso de aquellos empadronados en la mesa que utilizó voto electrónico recibían una breve explicación del funcionamiento de la urna electrónica. Luego de ejercer el voto en la urna correspondiente, debían depositar la papeleta (en el caso del voto tradicional) y el comprobante (Voto Electrónico) en la caja receptora. Para finalizar, varios profesores del Liceo colaboraron aplicándole a cada estudiante un instrumento de evaluación del proceso.

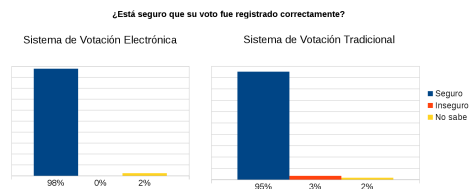


Figura 3. Respuestas a la pregunta: ¿Está seguro que su voto fue registrado correctamente?.



Figura 4. Respuestas a la pregunta: ¿Está seguro de que su voto es secreto?.

IV-B. Instrumento

Se aplicaron 2 preguntas a todos los votantes y adicionalmente otras 3 únicamente a quienes ejercieron el voto de forma electrónica. Los ítems aplicados a todos los estudiantes están asociados a la percepción de confianza en el sistema de elección, tal como se planteó en la evaluación llevada a cabo en 2011 en Salta[14]. El instrumento utilizado es de respuesta cerrada. Todas las respuestas se manejaron de manera anónima.

Las preguntas obligatorias del instrumento fueron: ¿Está seguro que su voto fue registrado correctamente? y ¿Está seguro de que su voto es secreto?, en ambos casos las opciones de respuesta fueron: Seguro, Inseguro y No sabe. Las 3 preguntas adicionales, a quienes utilizaron el sistema electrónico fueron (las opciones de respuesta se presentan entre paréntesis): ¿Cómo considera este sistema de votación electrónico utilizado? (Fácil de usar, Difícil de usar), Ud. ha votado en otras ocasiones utilizando un sistema convencional de voto. ¿Cómo considera el sistema de voto electrónico? (Mejor, Igual y Peor) y ¿Qué tipo de votación prefiere en la próxima elección? (Manual, Electrónica, y Le da Igual).

IV-C. Resultados

Desde una perspectiva técnica tanto el Padrón como la Urna Electrónica se comportaron de la forma esperada. El resultado obtenido en la Urna Electrónica fue concordante con el obtenido por medio del conteo manual. Durante las votaciones se atendieron dos dudas referentes a la usabilidad del dispositivo, en ambos casos con una explicación sobre los elementos desplegados en la pantalla los votantes lograron completar el proceso.

El instrumento se aplicó a 86 estudiantes que utilizaron el sistema de votación electrónica y 61 que lo hicieron en la mesa de votación tradicional, el total de electores fue de 147 (el total de empadronados era 210). Los resultados obtenidos muestran que el nivel de confianza en el sistema electoral es alto, tanto en la forma como se registra el voto como en la garantía de que el voto secreto. Esta confianza prácticamente

V. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

El prototipo de Voto Electrónico presentado en este artículo ha sido diseñado siguiendo los lineamientos del Tribunal Supremo de Elecciones (TSE). Aunque el dispositivo no ha podido ser sometido a prueba en una elección oficial organizada por ese Tribunal, si fue evaluado de forma satisfactoria en las pruebas llevadas a cabo en votaciones estudiantiles del Instituto Tecnológico de Costa Rica y en el Liceo de Poacito. En ambos casos los procesos electorales contaron con características muy similares a los organizados por el TSE, quedando demostrada la flexibilidad de configuración del dispositivo. La encuesta realizada entre los estudiantes que participaron de la prueba del dispositivo en el Liceo de Poacito arrojó resultados muy positivos en cuanto al uso del prototipo.

Entre los puntos más altos de la implementación presentada está la auditabilidad del sistema. El uso de un sistema operativo libre es una forma de garantizar que no solamente el código desarrollado sino que el necesario para ejecutar el sistema son auditables y por tanto más confiables. A pesar de esto, desde el punto de vista técnico-administrativo al utilizar software libre para la implementación del del sistema aumentó la dificultad para poner a trabajar todos los dispositivos del empotrado pues en algunos casos no se contaba con suficiente información para la instalación y uso en sistemas operativos basados en Linux, lo cual en muchos casos implicó una dedicación adicional en tiempo para lograr acoplar bien cada componente al prototipo.

Con respecto al trabajo futuro, estamos planeando llevar a cabo más pruebas en votaciones reales con distintas poblaciones que nos permitan identificar mejoras al prototipo, en esas pruebas agregaremos variables más específicas para medir las percepciones de los votantes en cuanto a usabilidad de los dispositivos. Además consideramos que es necesario generar espacios de difusión entre la población para intercambiar impresiones entorno al tema.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a la Vicerectoría de Investigación y Extensión del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) por su apoyo al proyecto. Al Tribunal Electoral Estudiantil del ITCR y al personal administrativo y estudiantil del Liceo Poacito por permitirnos llevar a cabo la prueba con el dispositivo durante las elecciones estudiantiles. De forma especial un agradecimiento a los estudiantes asistentes que formaron parte del proyecto de investigación "Voto Electrónico".

REFERENCIAS

- [1] *Constitución Política de la República de Costa Rica*, 20th ed. San José, Costa Rica: Editorial Investigaciones Jurídicas S.A., 1949.
- [2] J. Schmidt Peralta, "Tecnologías de Voto Electrónico," *Tiempo Compartido*, vol. 7, no. 3, pp. 22–28, 2007.
- [3] J. Thompson Jiménez, "La experiencia reciente del voto electrónico en américa latina: avances y perspectivas," *Revista de Derecho Electoral*, pp. 1–35, 2009.
- [4] L. A. Sobrado González, "¿por qué voto electrónico?" *Tiempo Compartido*, vol. 7, no. 3, pp. 6–11, 2007.
- [5] A. Legislativa, "Código electoral ley 8765," 2009. [Online]. Available: <https://www.tse.go.cr/pdf/normativa/codigoelectoral.pdf>

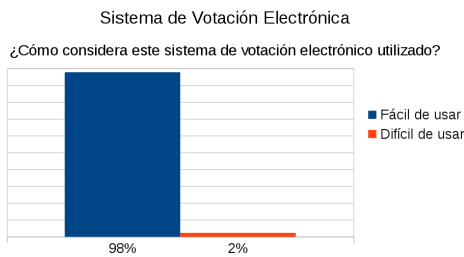


Figura 5. Respuestas a la pregunta: ¿Cómo considera este sistema de votación electrónico utilizado?.

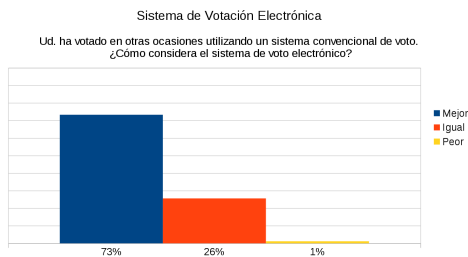


Figura 6. Respuestas a la pregunta: Ud. ha votado en otras ocasiones utilizando un sistema convencional de voto. ¿Cómo considera el sistema de voto electrónico?.

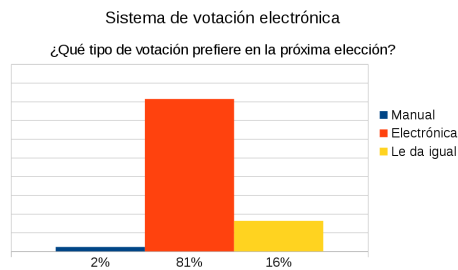


Figura 7. Respuestas a la pregunta: Ud. ha votado en otras ocasiones utilizando un sistema convencional de voto. ¿Cómo considera el sistema de voto electrónico?.

no presenta ninguna variación al utilizar uno u otro sistema de votación (tradicional o electrónico).

Un 98 % de quienes ejercieron el voto de forma electrónica consideraron el sistema fácil de usar (el restante 2 % indicó que era difícil de usar). Al compararlo con el sistema tradicional de votación un 99 % responde que es mejor o igual. Finalmente a un 81 % de los encuestados les gustaría volver a utilizar un sistema de votación electrónica en una siguiente elección mientras que solo a un 2 % le gustaría utilizar un sistema de votación tradicional.

Una limitación encontrada en la prueba es que al ser una votación estudiantil, la rigurosidad en el registro de incidencias durante la votación fue muy baja. Una situación que ocurrió sin ser registrada fue el caso de 1 estudiante que estando empadronado en la mesa de voto electrónico emitió su voto en la del sistema tradicional. Esto fue anotado como incidencia por los observadores de la votación, miembros del proyecto de investigación de "Voto Electrónico".

- [6] B. Busaniche, F. Heinz, A. Rezinovsky, and E. al, *Voto electrónico: Los riesgos de una ilusión*, vía libre ed., B. Busaniche and F. Heinz, Eds., Córdoba, 2008.
- [7] A. Berrocal and G. Barrantes Sliesariewa, "Consideraciones de seguridad para la implementación de un sistema de voto electrónico en costa rica," *Tiempo compartido*, vol. 7, no. 3, pp. 12–21, 2007.
- [8] D. A. Kumar and T. U. S. Begum, "Electronic voting machine - A review," *International Conference on Pattern Recognition, Informatics and Medical Engineering, PRIME 2012*, pp. 41–48, 2012.
- [9] A. Araya M., "Tse aborta plan piloto de voto electrónico en el extranjero," 2013. [Online]. Available: http://www.elfinancierocr.com/economia-y-politica/TSE-aborta-piloto-electronico-extranjero_0_433756632.html?print=1
- [10] A. Ayala Sánchez, "El voto electrónico en el mundo," in *Democracia en la era digital*, 2012, vol. 28, ch. 9, pp. 239–251. [Online]. Available: <http://biblio.juridicas.unam.mx/libros/libro.htm?l=3191>
- [11] L. A. Sobrado González, "Las instituciones electorales en un contexto de transición tecnológica: hacia el voto electrónico en costa rica," *Elecciones*, 2008.
- [12] A. Fonseca Quirós, "El próximo sistema de votación electrónica tendría sello tec," 2013. [Online]. Available: [http://www.tec.ac.cr/prensa/blog/Lists/Entradas de blog/Post.aspx?List=4d953c52-6ce3-44c7-8b4e-eecade55dccc&ID=455](http://www.tec.ac.cr/prensa/blog/Lists/Entradas%20de%20blog/Post.aspx?List=4d953c52-6ce3-44c7-8b4e-eecade55dccc&ID=455)
- [13] L. C. Brenes Gómez, "Estudiantes del tec expusieron proyecto para emitir voto electrónico," 2014. [Online]. Available: <http://www.bsnoticias.cr/nacionales/item/4200-estudiante-del-tec-expusieron-proyecto-para-emitir-el-voto-electronico>
- [14] G. Lopez Mirau, T. Ovejero, and J. Pomares, "The implementation of e-voting in latin america: The experience of salta, argentina from a practitioner's perspective," in *Proceedings of the 5th Conference on Electronic Voting 2012 (EVOTE2012)*, 2012, pp. 213–224.