

# Hacia el desarrollo de un prototipo de sistema de voto electrónico para Costa Rica

Towards the development of a electronic voting system prototype for the Costa Rican context

Jeff Schmidt-Peralta<sup>1</sup>, Jaime Gutiérrez-Alfaro<sup>2</sup>

---

*Fecha de recepción: 29 de setiembre de 2015*

*Fecha de aprobación: 8 de enero de 2016*

Schmidth-Peralta, J.; Gutiérrez-Alfaro, J. Hacia el desarrollo de un prototipo de sistema de voto electrónico para Costa Rica. *Tecnología en Marcha*. Vol. 29, N° 3. Pág 146-158.  
DOI: 10.18845/tm.v29i3.2894

---

1 Centro de Investigaciones en Computación, Tecnológico de Costa Rica, Cartago. Costa Rica. Correo electrónico: jschmidt@itcr.ac.cr

2 Centro de Investigaciones en Computación, Tecnológico de Costa Rica, Alajuela. Costa Rica. Correo electrónico: jgutierrez@itcr.ac.cr



## Palabras clave

Voto electrónico; urna electrónica; padrón electrónico.

## Resumen

Las tecnologías digitales de comunicación e información se han incorporado de una forma transversal en muchas actividades cotidianas. Aquellas tecnologías de interés público se estudian con especial atención. 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 presenta el desarrollo de un prototipo de voto electrónico adaptado a las particularidades costarricenses. La solución se implementó usando *software* con licenciamiento libre, por lo que es totalmente auditable. Su diseño y construcción son resultado del proyecto de investigación “Voto Electrónico”, del Tecnológico de Costa Rica.

## Keywords

Electronic vote; electronic ballot box; electronic voters register.

## Abstract

Digital communication and information technologies have been incorporated in our daily activities in a transversal way, and those of public interest have been studied particularly carefully. In electoral processes, because of their complexity and particular requirements, the adoption of digital technology have been done with suspiciousness, but without closing doors because of the encouraging opportunities to improve the process. In this article the aim is to present the process of developing a prototype for electronic voting adapted to the particularities of the Costa Rican electoral process. The implemented solution uses free licensed software, which makes it fully auditable. The design and construction of the prototype are results of research project “Electronic Vote”, adscribed in the Costa Rica Institute of Technology (TEC).

## Introducción

Los procesos electorales costarricenses gozan de una gran tradición y respeto, sustentados en el buen trabajo que ha desempeñado, desde su creación en 1949, el Tribunal Supremo de Elecciones (TSE). Las funciones del TSE, según la Constitución Política del país, son la organización, dirección y vigilancia de los actos relativos al sufragio, 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 requerido), actividades de información ciudadana a los votantes, capacitación de las personas que colaborarán en el proceso, la emisión del voto por parte de los ciudadanos empadronados, el escrutinio, transmisión y certificación de los resultados y la resolución de reclamaciones (Schmidt Peralta, 2007; Thompson Jiménez, 2009).

Además, las funciones que desempeña el TSE son afectadas por situaciones sociales, económicas y políticas como las siguientes (Sobrado González, 2007):



- Crecimiento demográfico: al aumentar la población, naturalmente aumentan las personas empadronadas como votantes y, por lo tanto, se hace más compleja la logística del proceso electoral.
- Integración de Juntas Receptoras de Votos: el aumento de votantes implica la apertura de más centros de votación. A esto se añade una problemática que se viene presentando y es el descenso de la participación ciudadana como colaboradores voluntarios del proceso electoral.
- Costos de la organización de los comicios nacionales: como ejemplo, entre 1990 y 2002 este costo se incrementó un 67,17%.
- Desarrollo económico: hay cambios en el estilo de vida de la población, se modifican hábitos y costumbres en parte como resultado de movimientos migratorios.
- Desarrollo tecnológico: este impacta en la mayoría de las actividades diarias de la sociedad, creando la necesidad de respuestas ágiles a las situaciones. En particular, hay una fuerte incidencia de este aspecto en la educación.
- Políticas gubernamentales: 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 que cada dos años hay una elección organizada por el TSE. Además, en los últimos años dos elecciones presidenciales han sido definidas en segunda ronda (2002 y 2014) y se llevó cabo un referéndum (2007).

Dada la complejidad de las funciones del TSE y las situaciones por enfrentar, el uso de tecnología se convierte en un elemento clave para facilitar y mejorar su labor. Desde 1996, el TSE ha desarrollado actividades diversas con el fin de afianzar “mecanismos alternos para llevar a cabo un proceso electoral que reúna y supere 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” (Sobrado González, 2007). Estas actividades implicaron, además del tema técnico, reformar la normativa existente. Esta tarea culminó en 2009 con la promulgación de un nuevo Código Electoral, que incluye varias menciones explícitas a la posibilidad de utilizar tecnología electrónica para los procesos electorales.

Luego de varios años de análisis (desde 1996), en diciembre de 2002 el TSE llevó a cabo un plan piloto de votación electrónica durante las elecciones municipales, que 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 las que ejecutaban una aplicación de *software* desarrollada íntegramente por el TSE. La aplicación del registro electrónico directo de 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 que representa el 6% del padrón total (Ayala Sánchez, 2012).

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 respecto al proceso de voto electrónico, al tiempo que consideran posible extender la modalidad a todo el territorio nacional (Sobrado González, 2008). Aún así Berrocal y Barrantes Sliesarrieva (2007) identificaron varios aspectos a mejorar como: la utilización de computadoras diseñadas específicamente para este propósito (más sencillas de transportar y adaptar a la 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).

En los años siguientes a esa prueba piloto, el TSE se dedicó a examinar distintos modelos de votación electrónica, siendo el utilizado en Brasil el que más le llamó la atención por su accesibilidad, secreto del voto, seguridad y robustez (Berrocal & Barrantes Sliesarieva, 2007; Sobrado González, 2007). Este modelo está compuesto de dos elementos: una urna electrónica (tipo RED) y un 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 de 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 implementar el voto electrónico, haciendo un llamado al sector académico del país para ofrecer propuestas y trabajar en conjunto. El Tecnológico de Costa Rica (TEC), atendiendo este llamado, 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 Costa Rica. Durante 2008 y 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 con la realidad nacional. A raíz de esos resultados, se planteó el proyecto de investigación “Voto Electrónico” en el Tecnológico de Costa Rica, que recibió apoyo de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión a partir de 2011.

En paralelo, el TSE continuó trabajando en prototipos utilizando el modelo RED de voto electrónico, comenzando 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, junto con las restricciones presupuestarias y el hecho de 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 de 2014 se intentó implementar el voto en el extranjero utilizando un dispositivo electrónico, sin embargo, la elección se hizo de la manera convencional pues no fue posible efectuar las pruebas de seguridad necesarias antes de los comicios. La incorporación del voto electrónico en el país se aplazó para la siguiente elección municipal, que se llevaría a cabo en 2016 (Araya, 2013). Sin embargo esto tampoco ocurrió pues los magistrados del TSE cambiaron de opinión con relación al uso del voto electrónico (Cruz, 2016) e inclusive tampoco será considerado para las elecciones presidenciales del 2018 (Jiménez, 2016). Para la misma época, el presente proyecto de investigación había logrado implementar un prototipo de dispositivo acorde a la realidad nacional, cuyas características se presentan a continuación.

En este artículo se presentan aspectos generales del desarrollo de un prototipo para voto electrónico contextualizado a los requerimientos del proceso electoral costarricense. Este trabajo se realizó como parte del proyecto de investigación “Voto Electrónico” del TEC. En la siguiente sección se explican distintas formas de voto electrónico y los retos asociados. En la tercera sección se presenta la propuesta de prototipo. En la última parte se detallan las pruebas realizadas y se presentan las conclusiones.

## Voto electrónico

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 este (Thompson Jiménez, 2009). Una caracterización más puntual es limitarla a aquella tecnología que se utiliza 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 (Schmidt, 2007). Para efectos de este trabajo usaremos la segunda caracterización.

El voto electrónico se clasifica según la tecnología empleada (Schmidt, 2007; Busaniche, Heinz, Rezinovsky et al., 2008). De esta manera, se identifican tres tipos: (a) la automatización de procesos efectuados en papel (por ej., lectura de votos utilizando mecanismos ópticos), (b) el registro electrónico directo (RED), en el que se usan máquinas digitales para la recepción del voto e incluye los sistemas empotrados 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 se utilizó en Venezuela entre 1994 y 2003 (Busaniche, Heinz, Rezinovsky et al., 2008).

En el sistema 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 algunos estados de EE.UU. y Venezuela lo ha adoptado en la última década (Berrocal & Barrantes Sliesarieva, 2007; Kumar & Begum, 2012).

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 (Simons & Jones, 2012; Olsen & Nordhaug, 2012). 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 en el que se almacenarán los votos emitidos guardará un rastro de cada persona y eso podría generar una posibilidad de violentar el secreto del sufragio. Un problema que se debe sumar en este modelo de votación electrónica (y cualquiera que haga uso de internet) es que las comunicaciones por internet últimamente han estado en el centro del debate internacional por las revelaciones sobre la violación de la privacidad. Es importante aclarar que puede darse una votación a distancia sin que sea a través de internet, e incluso sin utilizar tecnología digital del todo, tal es el caso del proyecto de voto en el extranjero desarrollado por el TSE (Araya, 2013).

## Desarrollo del prototipo de voto electrónico

### Descripción general

El proyecto de investigación “Voto Electrónico” del TEC se planteó con el objetivo de ofrecer una propuesta de automatización del proceso electoral costarricense. La metodología se inició con la revisión de trabajos similares y antecedentes en el país, después se hizo el levantamiento de los requerimientos para el desarrollo del proyecto, para lo cual se contó con la colaboración constante de los miembros del TSE; luego se desarrolló el prototipo.

Si bien hay muchos aspectos importantes que guiaron el desarrollo, deben destacarse las siguientes características generales de la propuesta de voto electrónico definida:

- Separación de la identificación del votante y la urna; ambos sistemas deben ser independientes. Toda la información necesaria para operar debe ser previamente cargada.

- Todas las funciones del sistema deben guardarse en bitácoras digitales que podrán ser extraídas posteriormente con fines de auditoría. Estas bitácoras también pueden utilizarse como duplicados de los documentos exigidos por la legislación vigente.
- Ausencia de comunicación entre los dispositivos (Urna y Padrón). Esto evita que se manipule un sistema desde el otro y eso da mayor garantía y confianza en el secreto del voto.
- 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.
- Uso de *software* libre. Si bien es cierto que el acceso al código fuente no es garantía de fiabilidad, lo que sí podemos asegurar es que una aplicación de voto electrónico cuyo código fuente no sea auditable debe descartarse del todo. 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 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 el votante ha sido identificado, 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, que se presentan a continuación para cada uno de los dispositivos.



**Figura 1.** Imagen del prototipo de la urna electrónica

## 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 se pone en funcionamiento realizará un chequeo total del sistema. Se almacena en un archivo los datos del sistema, la fecha y hora del reporte, de manera que permita una auditoría de cuantas veces ha sido



encendido el equipo. El chequeo revisa el *hardware* (dispositivos) y verifica que responda correctamente, el *software* (que el sistema operativo y las aplicaciones se cargan debidamente) y la configuración (información necesaria como el padrón de electores). Dicho chequeo se muestra en pantalla. Además, el reporte incluirá la versión de cada *software* y la configuración utilizada.

2. *Autenticación de miembros de mesa*: al encenderse, el sistema no se puede usar hasta que los miembros de dicha mesa se autenticquen, es decir ingresen sus credenciales (usuario y contraseña) y sean validadas por el sistema. Una vez autenticado, el sistema solo pedirá al miembro de mesa autenticarse nuevamente en tareas críticas asociadas a la apertura y cierre de la votación, por ejemplo: generar el acta de inicio y cierre
3. Acta de inicio: el sistema genera un acta en la que se registra información del estado inicial del dispositivo, como la fecha y hora del sistema; versión de la aplicación y parámetros de configuración utilizados.
4. Apertura de votación: es el proceso que permite a un miembro de mesa iniciar el proceso de identificación de electores.
5. Identificación del elector: cuando un elector llega a la mesa, debe identificarse entregando su cédula de identidad a los miembros de mesa. Se debe ingresar manualmente el número de cédula o hacerlo de manera automática mediante un dispositivo de lectura del código de barras de este documento. 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.
6. Ejercer voto: en la pantalla de los datos personales se muestra la información del elector, luego de que ha ejercido su derecho, el miembro de mesa registra la acción correspondiente a la confirmación de votación.
7. 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.
8. Cierre de votación: indica al sistema que no se van a identificar más electores o no se registrarán más votos.
9. Acta de cierre: El sistema genera un acta donde se registra la información del sistema al momento de la finalización del uso. La información es similar a la que se genera en el caso de uso "Acta de inicio".

#### *Descripción de los casos de uso para la urna electrónica:*

1. Inicializar urna: el presidente de la Junta Receptora, luego de autenticarse en el sistema, inicializa la urna para que quede lista para la recepción de votos. En este proceso la urna de forma automatizada hace una revisión de integridad de hardware y software, dejando constancia en una bitácora de registro de eventos.
2. 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 mostrar las diferentes opciones para votar.
3. Cierre de urna: la urna se cierra y no acepta más votaciones. Además se registra la justificación del cierre. Entre 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 la integridad de los componentes del sistema.

4. Crear informe final de conteo: este caso de uso despliega los resultados obtenidos durante el proceso de votaciones.
5. 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.
6. 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.
7. Ingresar configuración: con este caso de uso se registran todos los usuarios de la urna, las papeletas y sus plantillas correspondientes.

### Desarrollo del prototipo

El *software* de ambos dispositivos fue creado 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 se utiliza 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 usa 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 radiofrecuencia.

### Pruebas

Como antecedentes a la prueba llevada a cabo, el equipo de investigación del proyecto participó en varias actividades en las que se obtuvieron impresiones valiosas de los votantes, entre las que se destacan:

- Votación estudiantil de carácter oficial en el TEC, ocasión en la que estuvieron empadronados 88 estudiantes y se utilizó el padrón electrónico como mecanismo para identificar a los electores (Fonseca Quirós, 2013).
- VI Encuentro de Investigación y Extensión organizado por la Vicerrectoría de Investigación y Extensión del TEC (Brenes Gómez, 2014).
- 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.

El dispositivo completo fue sometido a pruebas durante las elecciones estudiantiles en el Liceo Poasito en 2015. Este centro educativo pertenece al distrito Sabanilla del cantón central de la provincia de Alajuela y está ubicado a unos 42 kilómetros al noroeste de San José. El índice de desarrollo social de la zona es “medio-bajo”, según el informe anual del Ministerio de Planificación para el año 2012. La población local se dedica principalmente a labores en agricultura, ganadería, floricultura y turismo. En una entrevista con la subdirectora del Liceo, la funcionaria describió a la población como esencialmente rural y con poco acceso a tecnología; como ejemplo, indicó que en 2014 se habilitó en el centro educativo una computadora para uso de los estudiantes con el fin de que tuvieran acceso a dicho recurso, ya que no existen en los alrededores establecimientos que brinden dicho servicio.





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

### 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) fueron todos los estudiantes del Liceo Poasito, un total de 210, cuyas edades varían entre 12 y 18 años. La votación se llevó a cabo el día viernes 15 de mayo de 2015 entre las 10:00 y las 12:00 horas y contó con 147 electores.

La metodología empleada se basó en la evaluación que se llevó a cabo durante las elecciones de 2011 en Salta, Argentina, (López Mirau, Ovejero & Pomares, 2012), donde se aplicó un instrumento a dos grupos de electores: uno utilizando el método tradicional y otro con el voto electrónico. Para emular esta metodología se le solicitó al Liceo Poasito 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 eran dirigidos a la mesa correspondiente donde serían identificados. En el caso de aquellos alumnos empadronados en la mesa que utilizó el 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) o el comprobante (voto electrónico) en la caja receptora. Para finalizar, varios profesores del Liceo colaboraron aplicándole a cada estudiante el instrumento de evaluación del proceso.

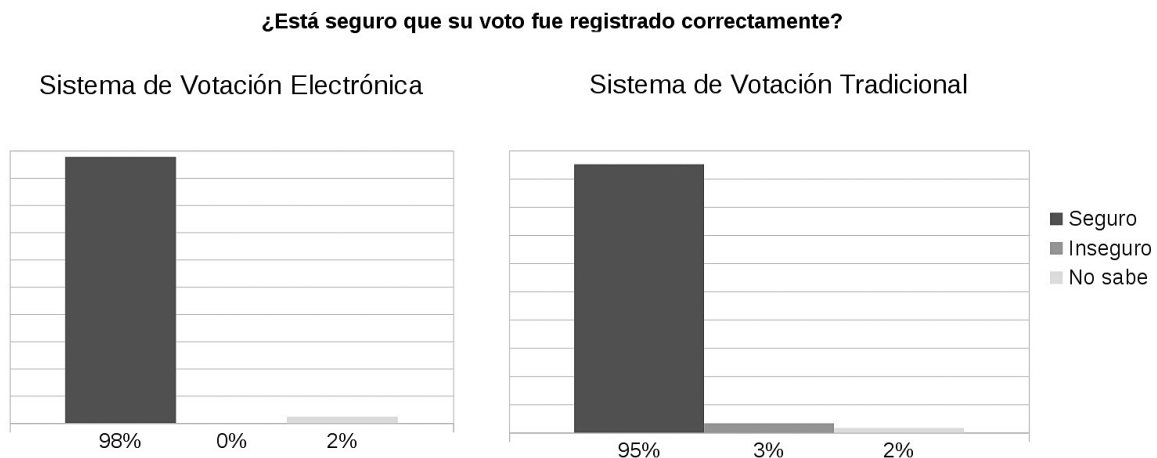
### Instrumento

Se hicieron dos preguntas a todos los votantes y otras tres únicamente a quienes ejercieron el voto electrónico. 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 (López Mirau, Ovejero & Pomares, 2012). El instrumento utilizado es de respuesta cerrada. Todas las respuestas se manejaron de manera anónima.

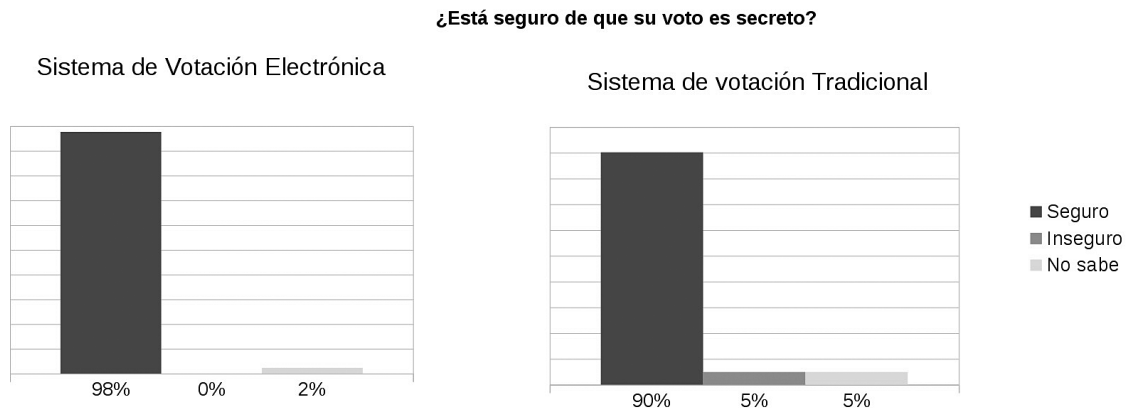
Las dos preguntas obligatorias del instrumento fueron: ¿Está seguro que su voto fue registrado correctamente? y ¿Está seguro de que su voto es secreto?; en ambos casos las opciones de respuesta fueron: Seguro, Inseguro y No sabe. Las tres preguntas adicionales a quienes utilizaron el sistema electrónico 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).

### Resultados

Desde una perspectiva técnica, relacionada con el objetivo de evaluar el funcionamiento del prototipo, 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.

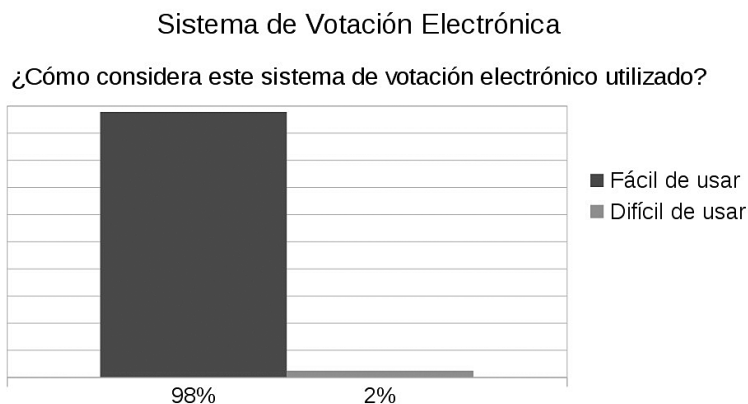


**Figura 3.** Respuestas a la pregunta: ¿Está seguro que su voto fue registrado correctamente?

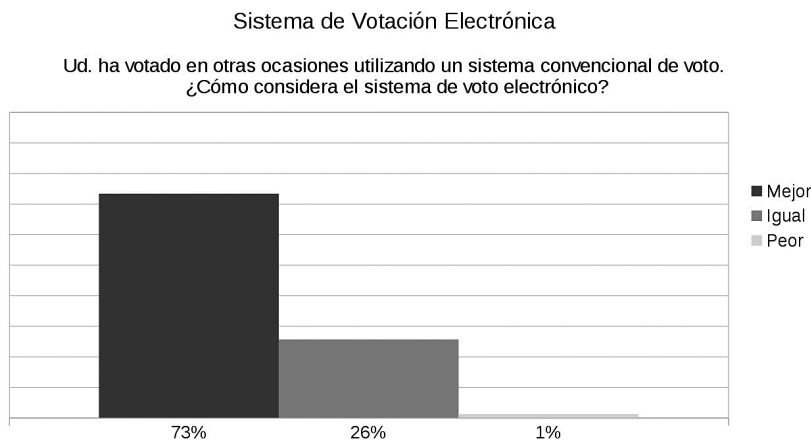


**Figura 4.** Respuestas a la pregunta: ¿Está seguro de que su voto es secreto?

Con relación a la aceptación del prototipo, 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 de 210). Los resultados obtenidos muestran que el nivel de confianza en el sistema electoral es alto, tanto en la forma en se registra el voto como en la garantía de que es secreto. Esta confianza prácticamente no presenta ninguna variación al usar uno u otro sistema de votación (tradicional o electrónico).



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

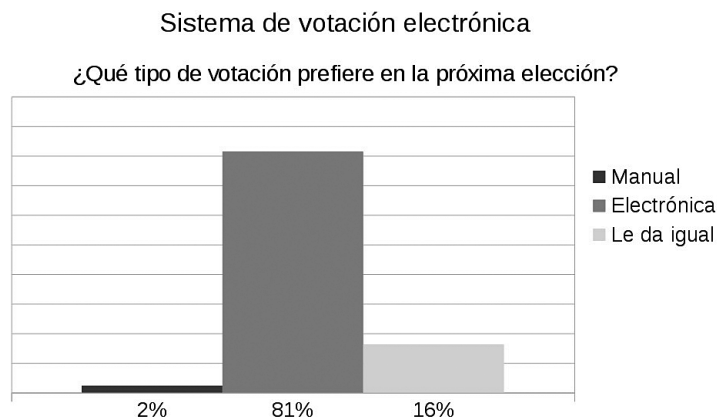


**Figura 6.** Respuestas a la pregunta: Ud. ha votado en otras ocasiones utilizando un sistema convencional de voto. ¿Cómo considera el sistema de voto electrónico?

El 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, al 81% de los encuestados les gustaría volver a utilizar un sistema de votación electrónica en una siguiente elección, mientras que solo al 2% le gustaría usar 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 el proceso fue muy baja. Una situación que ocurrió sin ser registrada fue el caso de un 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 “Voto Electrónico”, pero no así por los estudiantes que ejercieron como fiscales.



**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?

## Conclusiones y trabajo futuro

Entre los puntos más altos de la prueba está la auditabilidad del sistema. El uso de un sistema operativo libre es una forma de garantizar que no solamente el código desarrollado sino también el necesario para ejecutar el sistema son auditables y, por lo tanto, más confiables. A pesar de esto, desde el punto de vista técnico-administrativo, al utilizar *software* libre para la implementación 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 que en muchos casos implicó una dedicación adicional en tiempo para lograr acoplar bien cada componente al prototipo.

El prototipo de voto electrónico presentado en este artículo ha sido diseñado siguiendo los lineamientos del TSE. Aunque el dispositivo no ha podido ser sometido a prueba en una elección oficial organizada por el Tribunal, sí fue evaluado de forma satisfactoria en las pruebas realizadas en votaciones estudiantiles del TEC y en el Liceo Poasito. 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 entre los estudiantes que participaron en la prueba del dispositivo en el Liceo Poasito arrojó resultados muy positivos en cuanto a la seguridad, confiabilidad, transparencia y sencillez del prototipo.

Con respecto al trabajo futuro, se planea llevar a cabo más pruebas en votaciones reales con distintas poblaciones que permitan identificar mejoras al prototipo. En esas pruebas se agregarán variables más específicas para medir las percepciones de los votantes en cuanto a usabilidad de los dispositivos. Además, se recomienda generar espacios de difusión entre la ciudadanía para intercambiar impresiones sobre el tema.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Vicerrectoría de Investigación y Extensión del TEC por su apoyo al proyecto. Al Tribunal Electoral Estudiantil del TEC y al personal administrativo y estudiantes del

Liceo Poasito, por permitirnos llevar a cabo la prueba con el dispositivo durante sus elecciones. De forma especial, se agradece a los estudiantes asistentes que formaron parte del proyecto de investigación “Voto Electrónico”.

## Bibliografía

- Araya, A. (2013). TSE aborta plan piloto de voto electrónico en el extranjero. *El Financiero*. Disponible en: [http://www.elfinancierocr.com/economia-y-politica/TSE-aborta-piloto-electronico-extranjero\\_0\\_433756632.html?print=1](http://www.elfinancierocr.com/economia-y-politica/TSE-aborta-piloto-electronico-extranjero_0_433756632.html?print=1)
- Ayala Sánchez, A. (2012). El voto electrónico en el mundo. En *Democracia en la era digital*, 28, 239-251. Disponible en: <http://biblio.juridicas.unam.mx/libros/libro.htm?l=3191>
- Berrocal, A. & Barrantes Sliesarieva, G. (2007). Consideraciones de Seguridad para la Implementación de un Sistema de Voto Electrónico en Costa Rica. *Tiempo Compartido*, 7(3), 12-21.
- Brenes Gómez, L.C. (2014). Estudiantes del TEC expusieron proyecto para emitir Voto Electrónico. *BS Noticias*. Disponible en: <http://www.bsnoticias.cr/nacionales/item/4200-estudiante-del-tec-expusieron-proyecto-para-emitar-el-voto-electronico>
- Busaniche, B., Heinz, F., Rezinovsky, A. et al. (2008). *Voto electrónico: Los riesgos de una ilusión*. Córdoba, Argentina: Ediciones Vía Libre.
- Cruz, M. (2016). TSE descarta voto electrónico para elecciones municipales 2016. *El Financiero*. Disponible en: [http://www.elfinancierocr.com/economia-y-politica/TSE-descarta-electronico-elecciones-municipales\\_0\\_880111983.html](http://www.elfinancierocr.com/economia-y-politica/TSE-descarta-electronico-elecciones-municipales_0_880111983.html)
- Código Electoral. (2009). Ley N° 8765. Disponible en: <https://www.tse.go.cr/pdf/normativa/codigoelectoral.pdf>
- Fonseca Quirós, A. (2013). El próximo sistema de votación electrónica tendría sello TEC. *Blog de Noticias TEC*. Disponible en [http://www.tec.ac.cr/prensa/blog/Lists/Entradas de blog/Post.aspx?List=4d953c52-6ce3-44c7-8b4e-eecade55dccc&ID=455&Source=http://www.tec.ac.cr/prensa/blog/default.aspx](http://www.tec.ac.cr/prensa/blog/Lists/Entradas%20de%20blog/Post.aspx?List=4d953c52-6ce3-44c7-8b4e-eecade55dccc&ID=455&Source=http://www.tec.ac.cr/prensa/blog/default.aspx)
- Jiménez, A. (2016). Voto electrónico es imposible de implementar para 2018 por déficit fiscal del país, sostiene TSE. Amelia Rueda. Disponible en: <http://www.ameliarueda.com/nota/voto-electronico-imposible-mplementar-2018-deficit-fiscal-fiscal-tse>
- Kumar, D.A. & Begum, T.U.S. (2012). *Electronic voting machine. A review*. International Conference on Pattern Recognition, Informatics and Medical Engineering, PRIME 2012, 41-48. doi:10.1109/ICPRIME.2012.6208285
- López Mirau, G., Ovejero, T. & Pomares, J. (2012). The Implementation of E-voting in Latin America: The Experience of Salta, Argentina from a Practitioner’s Perspective. En *Proceedings of the 5th Conference on Electronic Voting 2012 (EVOTE2012)* (pp. 213-224).
- Olsen, K.A. & Nordhaug, H.F. (2012). Internet elections: Unsafe in Any Home? *Communications of the ACM*, 55(8), 36. doi:10.1145/2240236.2240251
- Schmidt Peralta, J. (2007). Tecnologías de Voto Electrónico. *Tiempo Compartido*, 7(3), 22-28.
- Simons, B. & Jones, D.W. (2012). Internet voting in the U.S. *Communications of the ACM*, 55(10), 68. doi:10.1145/2347736.2347754
- Sobrado González, L.A. (2007). ¿Por qué Voto Electrónico? *Tiempo Compartido*, 7(3), 6-11.
- Sobrado González, L.A. (2008). Las instituciones electorales en un contexto de transición tecnológica: hacia el voto electrónico en Costa Rica. *Revista Elecciones*, (8), 25-50.
- Thompson Jiménez, J. (2009). La experiencia reciente del voto electrónico en América Latina: avances y perspectivas. *Revista de Derecho Electoral, Primer Semestre 2009*(7), 1-35.