

Trabajo Obligatorio - 2025

Natasha Kusminsky, Nicolás Gómez, Alejandra Benítez

Universidad Católica del Uruguay

Analista en informática

Base de datos II

Prof. Jorge Martínez

13/07/2025

Índice

1. Contextualización del tema.
2. Metodología utilizada.
3. Diagrama del Modelo Entidad Relación.
4. Conclusiones.
5. Referencias.

Contextualización

A continuación hablaremos del proyecto que se encuentra en:

<https://github.com/Nickggz/Proyecto-DB-equipo1>

El presente trabajo se enmarca en el contexto del ciclo electoral uruguayo 2024-2025, el cual culminó el 11 de mayo con la realización de las elecciones municipales. En dicho proceso, se eligieron intendentes departamentales, juntas electorales y alcaldes municipales. A raíz de este evento, la Corte Electoral del Uruguay ha solicitado el desarrollo de un sistema de votación electrónica que permita mejorar la gestión de los comicios futuros mediante el uso de tecnologías digitales, garantizando la transparencia, seguridad y eficiencia del proceso.

La propuesta se orienta al diseño e implementación de un **prototipo de sistema cliente-servidor**, que incluya tanto la estructura lógica de la base de datos como una aplicación funcional básica. Este sistema debe ser capaz de registrar y administrar los elementos centrales del proceso electoral, tales como votantes, mesas receptoras de votos, establecimientos, circuitos, papeletas, partidos, listas y candidatos, respetando en todo momento los principios fundamentales de **secreto del voto**, **obligatoriedad del sufragio** y **unicidad del voto** por elección.

El sistema debe contemplar a los ciudadanos habilitados para votar, definidos como personas mayores de 18 años que hayan tramitado su Credencial Cívica. Esta credencial determina la zona y el circuito donde el votante debe emitir su sufragio. Los circuitos están organizados dentro de establecimientos educativos u otros espacios públicos, y cada uno cuenta con al menos una mesa receptora integrada por tres funcionarios públicos: presidente, secretario y vocal. Asimismo, se asignan agentes policiales que cumplen funciones de custodia durante la jornada electoral, quienes pueden pertenecer a comisarías de otros departamentos.

La base de datos debe ser lo suficientemente flexible y extensible como para incorporar los diferentes tipos de elecciones reconocidos por el sistema electoral uruguayo: elecciones presidenciales, municipales, referéndums, plebiscitos y ballottage. Cada tipo de elección puede contar con un conjunto diferente de papeletas, que deben estar adecuadamente representadas en el modelo, así como las listas partidarias y sus respectivos candidatos. Es fundamental que el modelo permita registrar la participación de cada votante sin que se pueda inferir el contenido de su voto, en cumplimiento con el principio del sufragio secreto.

Además de registrar los votos emitidos, el sistema deberá permitir la generación de reportes y estadísticas por circuito, por departamento, por partido y por candidato, diferenciando entre votos válidos, en blanco, anulados u observados. También debe contemplar reglas de validación que aseguren que una persona no pueda votar más de una vez por elección y que los votos en circuitos no autorizados sean marcados como observados y requieran validación adicional.

En suma, el sistema propuesto responde a una necesidad institucional concreta y representa un desafío de diseño de base de datos y desarrollo de software en el contexto de un proceso democrático complejo. El enfoque adoptado considera tanto los requerimientos funcionales como las restricciones legales y éticas, asegurando que el prototipo resultante sea una herramienta eficaz, confiable y escalable para la gestión de elecciones electrónicas en el país.

Detección de Entidades

A partir del texto, algunas entidades clave son:

1. Usuarios

- Atributos: ID, cédula, email, nombre, fecha_registro, credencial_cívica, id_circuito, rol.

Justificación: Representa a cualquier persona habilitada para votar o formar parte de una mesa electoral. Es clave para roles como votante o autoridad de mesa.

2. Departamento

- Atributos: ID, nombre, dirección, departamento, capacidad, activo.

Justificación: Se utiliza para saber en qué departamento voto la persona, pudiendo saber así quien ganó en cada departamento.

3. Circuito

- Atributos: ID, número, nombre, departamento, id_departamento, id_establecimiento, rango_credencial_inicio, rango_credencial_fin.

Justificación: Unidad básica de votación, ubicada en un establecimiento y asociada a múltiples votantes.

4. Establecimiento

- Atributos: ID, nombre, dirección, departamento, capacidad, activo.

Justificación: Lugar físico donde se ubican uno o varios circuitos.

5. Mesa

- Atributos: ID, número, id_circuito, capacidad_votantes, cerrada, observaciones, rango_credencial_inicio, rango_credencial_fin, fecha_apertura, fecha_cierre, cerrada_por_cedula, motivo_cierre, total_votos_emitidos, presidente_cedula, presidente_credencial, presidente_nombre, secretario_cedula, secretario_credencial, secretario_nombre, vocal_cedula, vocal_credencial, vocal_nombre,
Justificación: Registra los votos emitidos. Se compone de tres ciudadanos (autoridades).

6. Elección

- Atributos: ID, tipo (presidencial, plebiscito, etc.), fecha, descripción, activa.
Justificación: Permite que el sistema gestione múltiples elecciones simultáneas o históricas.

7. Lista

- Atributos: ID, numero, nombre, id_partido, id_eleccion, activa.
Justificación: Representa cada opción de voto. Puede ser una lista partidaria o una papeleta del “Sí” o “No”.

8. Partido

- Atributos: ID, nombre, siglas, color, fecha fundación, activo.
- Justificación: Agrupa listas y candidatos.

9. Lista

- Atributos: número, nombre, órgano (diputados, ediles, etc.), departamento.

Justificación: Unidad de voto asociada a un partido y a candidatos.

10. Control de voto

- Atributos: ID, id_ciudadano, id_eleccion, id_mesa, fecha_hora_voto.

Relaciones: asociada a una elección, un ciudadano y una mesa.

Justificación: Elemento central que debe registrar la emisión sin vulnerar el secreto.

11. Tipo voto

Atributos: ID, tipo, descripción.

Justificación: con esta tabla podemos saber cuántos votos de cada tipo hubieron.

12. Voto

Atributos: ID, id_ciudadano, id_eleccion, id_mesa, id_lista, fecha_hora, voto_en_blanco, tipo_voto_id, observaciones, cedula_votante, credencial_votante.

Relaciones: asociada a una elección, un ciudadano, una lista, tipo de voto y una mesa.

Justificación: Representación del voto.

Reglas de negocio del sistema de votación electrónica

El desarrollo del sistema propuesto requiere la identificación clara de las reglas de negocio que regulan el comportamiento y las restricciones del modelo de datos, así como la lógica funcional de la aplicación. Estas reglas surgen tanto de los requerimientos normativos de la Corte Electoral como de los aspectos técnicos y organizativos que rigen el proceso electoral en Uruguay. A continuación, se detallan las principales reglas identificadas:

Reglas sobre los votantes

- Solo pueden votar ciudadanos uruguayos mayores de 18 años con Credencial Cívica válida.
- La Credencial Cívica determina la zona electoral y el circuito asignado a cada votante.
- Cada votante puede emitir un único voto por elección.
- No debe conservarse información que vincule directamente a la persona con la opción de voto seleccionada, garantizando así el secreto del sufragio.
- Si el ciudadano vota fuera de su circuito asignado, el voto se registra como observado, debiendo ser autorizado por el presidente de mesa.

Reglas sobre las elecciones y los votos

- El sistema debe permitir diferentes tipos de elecciones: presidenciales, municipales, referéndums, plebiscitos y ballotage.
- Puede haber más de una elección activa de forma simultánea, y en tal caso un voto puede incluir múltiples papeletas.
- Los votos pueden clasificarse como válidos, en blanco, anulados u observados, según los criterios definidos por la normativa electoral.

- Un voto se considera anulado si contiene papeletas de partidos distintos, si contiene objetos ajenos a la papeleta, si presenta señales que permitan identificar al votante, o si contiene más de dos hojas idénticas.

Reglas sobre circuitos, mesas y autoridades

- Los circuitos están geográficamente distribuidos dentro de departamentos y asociados a establecimientos físicos como escuelas o liceos.
- Cada circuito tiene al menos una mesa receptora de votos, compuesta por tres funcionarios públicos en los roles de presidente, secretario y vocal.
- La apertura y cierre de mesas debe ser registrada. Una vez cerrada, una mesa no puede volver a abrirse ni aceptar votos adicionales.
- El sistema debe impedir el acceso a los resultados de la votación hasta que todas las mesas del circuito hayan sido cerradas.

Reglas sobre seguridad y control

- La participación de agentes policiales asignados a los establecimientos debe registrarse, incluso si provienen de departamentos distintos.
- La base de datos debe impedir duplicaciones de votantes, votos o papeletas.
- El sistema debe registrar la fecha y hora de emisión de cada voto, así como el circuito en el que fue emitido.
- Debe ser posible generar reportes detallados por circuito, departamento, partido y candidato, considerando la clasificación de los votos (válidos, observados, anulados).

Estas reglas permiten asegurar la integridad del proceso electoral, la transparencia de los resultados y el cumplimiento de las disposiciones legales vigentes. La correcta

implementación de dichas reglas en el modelo de datos y en la lógica de la aplicación es fundamental para la confiabilidad del sistema.

Restricciones del modelo de datos

Para asegurar la integridad, coherencia y correcta operación del sistema de votación electrónica, será imprescindible definir un conjunto de restricciones que reflejen tanto las reglas estructurales propias de bases de datos como las normas específicas del dominio electoral.

Restricciones de integridad estructural

Se garantiza la unicidad de las claves primarias para cada entidad, asegurando la identificación única e inequívoca de los registros, tales como el CI en la entidad Ciudadano o el identificador único en Voto y Elección. Las relaciones entre entidades se mantienen mediante integridad referencial, lo que implica que toda clave foránea debe apuntar a un registro existente en la entidad referenciada, por ejemplo, cada voto debe estar asociado a una elección y circuito válidos. Asimismo, los atributos cumplen con integridad de dominio, asegurando que los valores almacenados correspondan a los tipos de datos y rangos esperados, como las fechas que no pueden ser posteriores a la fecha límite de la elección. Se establece la prohibición de duplicados en campos clave, tales como el número de Credencial Cívica y el número de lista, evitando inconsistencias en la base de datos.

Restricciones de negocio

En cuanto a las reglas de negocio, se establece que un ciudadano puede emitir únicamente un voto por elección, evitando la duplicación de sufragios. La confidencialidad del voto se resguarda al no almacenar ninguna asociación directa entre el votante y la papeleta seleccionada, respetando el principio del voto secreto. El sistema deberá marcar como

observado cualquier voto emitido fuera del circuito asignado, y esta característica será registrada para posteriores controles. Las mesas receptoras tienen un estado inmutable una vez cerradas, impidiendo su reapertura o la inserción de votos posteriores. Asimismo, se restringe la aceptación de votos fuera del período establecido para cada elección. Los miembros de mesa deben ser funcionarios públicos, con lo cual la asignación de roles en la mesa debe validarse conforme a esta condición. La unicidad del número de lista se mantiene dentro del contexto de la elección y el partido político correspondiente. Sólo se permitirán papeletas habilitadas para la elección activa, garantizando la validez de las opciones de voto. Finalmente, se clasifica cada voto según su validez —válido, anulado, en blanco u observado— mediante un atributo controlado por dominio, y se asegura que la duplicación de papeletas dentro de un voto anule el mismo, según las normativas vigentes.

Estas restricciones configuran un marco riguroso que respalda la integridad del sistema y la confianza en el proceso electoral automatizado.

Detalle

Restricciones de integridad (estructurales)

- *Integridad de clave primaria*

Cada entidad posee una clave primaria única que identifica sin ambigüedad a cada registro (ej.: ciudadano.CI, voto.ID, elección.ID, etc.).

- *Integridad referencial*

Las claves foráneas deben hacer referencia a claves primarias existentes. Ejemplo: un voto debe estar vinculado a una elección y a un circuito válido.

- *Integridad de dominio*

- Los atributos deben respetar el tipo de dato definido. Por ejemplo, la fecha del voto no puede ser posterior a la fecha de cierre de la elección.
- *Unicidad*
 - No se permiten duplicados en:
 - Número de Credencial Cívica.
 - Número de lista.
 - Combinación de ciudadano + elección en la tabla de votos.

Restricciones de negocio

1. Un ciudadano solo puede votar una vez por elección
Debe impedirse registrar más de un voto por ciudadano en la misma elección.
2. El voto es secreto
 - La base de datos no debe almacenar una relación directa entre el ciudadano y la(s) papeleta(s) seleccionada(s). El voto debe registrarse de forma anónima.
3. Voto observado
 - Si el circuito donde el ciudadano vota no coincide con el que le corresponde según su Credencial Cívica, el voto se marca como observado.
4. Una mesa no puede reabrirse una vez cerrada
 - El sistema debe restringir la modificación del estado de la mesa a "cerrada" como estado terminal.
5. Una elección no puede registrar votos después de su fecha de cierre
 - Debe controlarse por medio de una restricción de fecha o un trigger.
6. Los miembros de mesa deben ser ciudadanos con vínculo funcional con el Estado

- Puede modelarse con un atributo booleano o validación previa antes de asignar funciones a presidente, secretario o vocal.
7. Los números de lista deben ser únicos dentro de una elección y un partido
 - Debe establecerse como restricción compuesta para garantizar la consistencia.
 8. Una papeleta solo puede ser registrada si está habilitada para la elección activa
 - Evita el uso de papeletas inválidas o de elecciones anteriores.
 9. El voto debe registrar si fue válido, anulado, en blanco u observado
 - Se debe usar un campo de estado con valores controlados por dominio.
 10. Las papeletas duplicadas anulan el voto
 - La lógica de negocio debe validar que no se repitan papeletas de forma incorrecta.

Metodología (recopilación, análisis de la información y pruebas)

Para el desarrollo del presente trabajo se adoptó un enfoque basado en el análisis documental y el diseño de bases de datos relacionales, siguiendo los principios de la ingeniería de software aplicada a sistemas de información.

En una primera etapa, se procedió a la revisión y recopilación de los requerimientos funcionales y no funcionales planteados en la consigna, con especial atención a las normativas legales y operativas del sistema electoral uruguayo. Esto incluyó el estudio de reglamentaciones específicas, glosarios técnicos proporcionados y buenas prácticas de diseño.

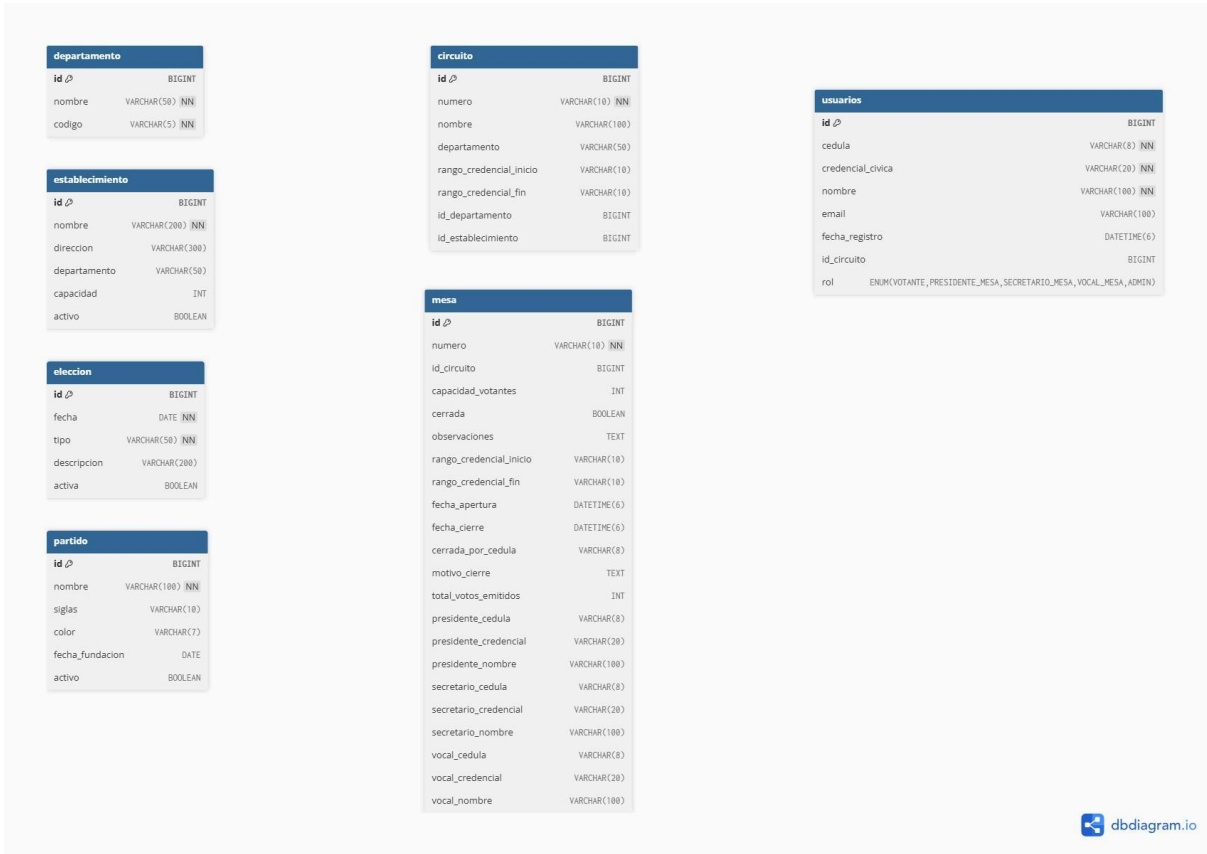
Posteriormente, se elaboró el modelo de datos conceptual utilizando el enfoque de Modelo Entidad-Relación (MER), definiendo las entidades, atributos, claves primarias y relaciones necesarias para representar de forma precisa los distintos componentes del proceso electoral, tales como ciudadanos, circuitos, elecciones, papeletas, partidos políticos y votos.

En una segunda fase, se llevó a cabo el diseño físico del modelo de datos, trasladando el MER a un formato compatible con sistemas de gestión de bases de datos relacionales (SGBDR), asegurando integridad referencial, restricciones de unicidad y adecuación a los requerimientos de confidencialidad y seguridad.

La construcción del diagrama físico y la estructuración de las tablas se realizó utilizando herramientas de diseño de diagramas, la cual facilitó la representación visual y técnica del modelo para su posterior implementación.

Finalmente, se complementó el proceso con la elaboración de un informe documentado y la planificación de una aplicación prototipo, teniendo en cuenta la posibilidad de extender el sistema en futuras versiones.

Modelo de Entidad de Relación



Link:

<https://dbdiagram.io/d/6865bb2cf413ba350801c101>

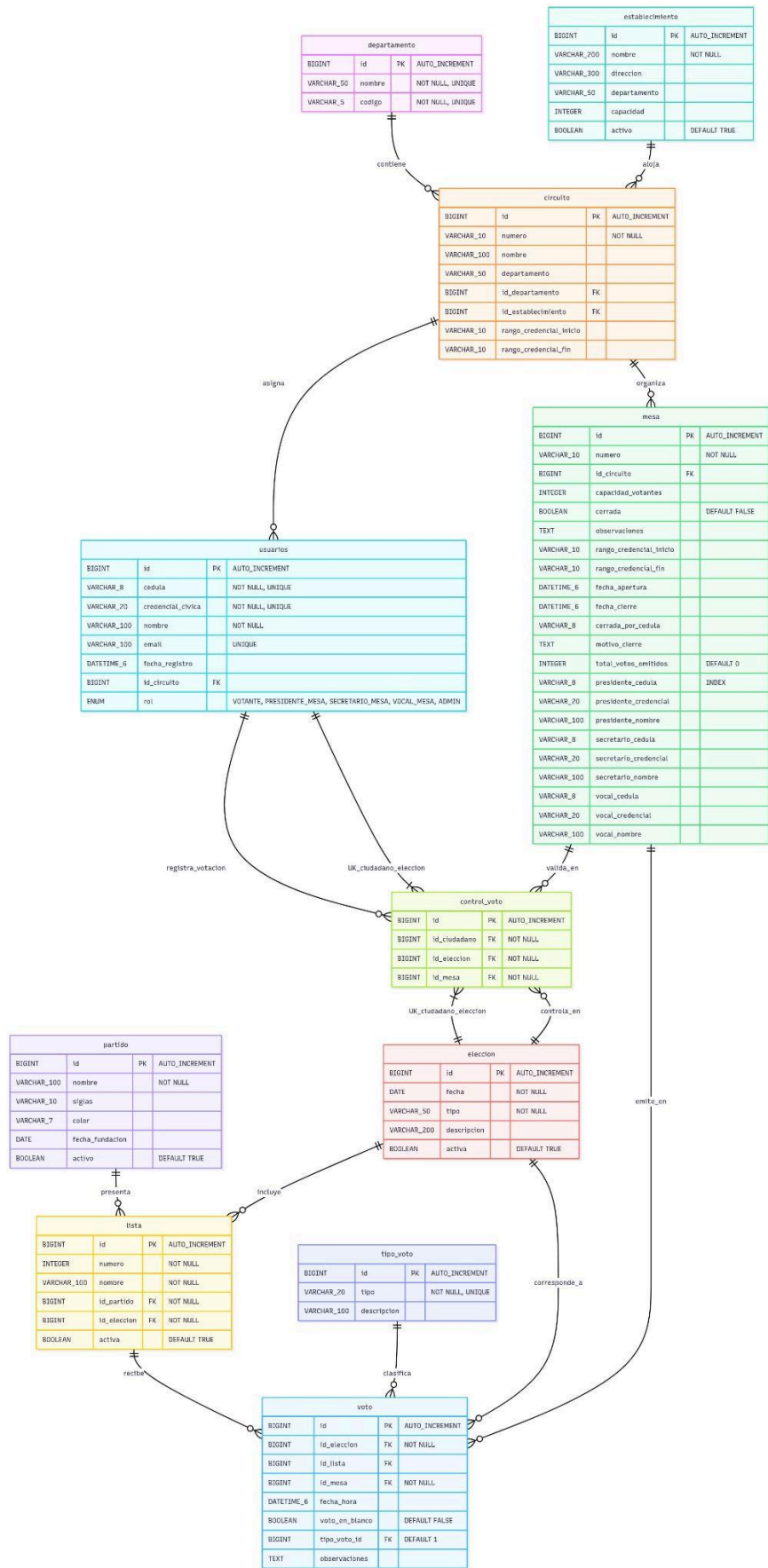


Diagrama Físico

Link:

https://www.mermaidchart.com/app/projects/e0ad8f1c-8984-4213-aba4-ef41848f31d0/diagrams/dd9a405b-777b-4b90-aa57-a426552c3cdd/share/invite/eyJhbGciOiJIUzI1NiIsInR5cCI6IkpXVCJ9.eyJkb2N1bWVudEEljoiZGQ5YTQwNWItNzc3Yi00YjkwLWFhNTctYTQyNjU1MmMzY2RkIiwiaWF0IjoiYWNjZXNzIjoiaWRpdCI6ImhhdCI6MTc1MjUyMDI0M30.qtOzi01WZnOyDtrYteKhvyVgruk5iJDTHEj8NKf_Ea0

Conclusiones:

Creemos que si bien se nos hizo un poco corto el tiempo, desarrollamos un sistema bastante funcional y agradable para el usuario al momento de realizar las votaciones.

A lo largo del semestre, como en este trabajo, nos gustó nuestra forma de trabajar en equipo, creemos que nos complementamos bien y hemos llegado a cosas interesantes, como lo fue este proyecto.

El proyecto fue algo un poco complicado para desarrollar ya que había que hacer cambios en la base de datos bastante seguido para poder garantizar el mejor aprovechamiento de los datos y hacer que las búsquedas sean eficaces, así que cada vez que cambiamos algo en la base de datos, teníamos que actualizar el backend y la forma de enviar o recibir información del frontend.

Los videos y la explicación se pueden encontrar [aquí](#)

Referencias

Normas APA 7ma Edición. (2020). Manual de Publicación de la American Psychological Association. Washington, DC: APA.

Corte Electoral de Uruguay. (2023). Reglamento Electoral Nacional. Recuperado de <https://www.corteelectoral.gub.uy/>

Connolly, T., & Begg, C. (2015). Database Systems: A Practical Approach to Design, Implementation, and Management. Pearson Education.

Elmasri, R., & Navathe, S. B. (2016). Fundamentals of Database Systems. Pearson.