

STU-AID: Asistente de memoria basado en un sistema de repetición espaciada para la ayuda de estudios académicos.

Juan Pablo Avilan Moreno
Escuela TIC, Universidad Piloto de Colombia, Bogotá, Colombia
juan-avilan@upc.edu.co

Resumen – Stu-aid es un aplicativo móvil que implementa un sistema de repetición espaciada utilizando un algoritmo basado en la curva de aprendizaje y la curva de olvido. Funciona por medio de sesiones de repaso de conceptos programadas, que ponen a prueba el conocimiento del usuario y su memoria, a fin de mejorar su retención y disminuir las falsas ilusiones de conocimiento. Este documento tiene la intención de dar conocer los aspectos importantes que se tuvieron para la realización del proyecto y los resultados que se obtuvieron en cada una de las fases del ciclo del software de requerimientos, diseño, implementación y pruebas.

I. INTRODUCCIÓN

La memoria juega un papel fundamental en el aprendizaje. Cuando se es capaz de retener cada concepto, es fácil, utilizar ese conocimiento, aplicarlo a la situación adecuada y cambia por completo la forma en que se ven nuevas oportunidades y amenazas en el entorno. [1] No obstante, existe una problemática en la forma que aprendemos y retenemos el conocimiento, es conocida como la curva del olvido propuesta por el psicólogo alemán Herman Ebbinghaus, la cual concluye por investigación que el porcentaje de retención de conocimiento disminuye en función del tiempo que transcurre desde el primer día que se aprende. [2] Al tener esta condición como seres humanos, surgieron distintos métodos y técnicas de estudio que permiten combatir el olvido de conocimiento, como lo es la repetición espaciada, la práctica espaciada, y el recuerdo activo.

La repetición espaciada consiste en repasar y poner a prueba lo que aprendemos de manera estratégica. Ya que se trata de un problema en función del tiempo, la repetición espaciada programa las sesiones de repaso en intervalos de tiempo que van incrementando a medida que se repasa y se refuerza un conocimiento. De esta forma, se plantean preguntas y si estas son respondidas de manera acertada, son conocimientos que se programan para repasar en un intervalo cada vez mayor, por lo contrario, si son respondidas de manera errónea, deben ser repasadas con más frecuencia, hasta lograr una mejor retención del conocimiento.

Los resultados de aplicar técnicas de estudio como la

repetición espaciada evitan que se olvide la información y que esta pueda estar a la mano, lo cual mejora la productividad, competitividad y competencias en la vida académica y profesional.

El presente documento tiene la intención de dar a conocer los aspectos importantes que se llevaron a cabo en el proyecto de STU-AID: Asistente de memoria basado en un sistema de repetición espaciada para la ayuda de estudios académicos, que busca diseñar e implementar una aplicación móvil que hace uso de técnicas de estudio para crear un sistema que funcione como asistente de memoria para alumnos, en donde cada uno pueda ingresar al sistema los conceptos que considere importantes y quiere retener a largo plazo en forma de unidades compactas de información, específicamente, flashcards digitales.

II. JUSTIFICACIÓN

Implementar un sistema de repetición espaciada es una herramienta que ha sido probada de ayudar a la retención y memoria de conocimientos aprendidos. [1] [2] El problema es que implementar un sistema de forma manual resulta tedioso y poco escalable para las personas, ya que se tendría que llevar un registro manual de repasos y un cálculo manual de la siguiente sesión de repaso para cada pregunta.

Es pertinente entonces, implementar esta funcionalidad en una aplicación móvil, que se encargue de facilitar el hábito de repasar al programar de manera automática las sesiones y frecuencia de tiempo de repetición de cada pregunta.

III. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo se implementa un sistema de repetición espaciada en una aplicación móvil que sea fácil de utilizar y sea segura para los usuarios, que facilite el hábito de repasar al programar

de manera automática las sesiones y frecuencia de tiempo de repetición de cada pregunta?

IV. ALCANCE

El sistema de repetición espaciada que se quiere implementar en la aplicación móvil de Stu-aid contempla una herramienta en la que el usuario pueda:

- Incorporar las materias o cursos que este viendo, o que ya ha visto.
- Incorporar temas en cada uno de los cursos.
- Incorporar cuestionarios (conjunto de preguntas) que conformaran un tema en particular.
- Visualizar cada pregunta de un tema en forma de flashcard.
- Estudiar y responder conjuntos de flashcards que necesitan ser repasadas según la curva de olvido y el algoritmo de repetición espaciada en sesiones de estudio personalizadas.

Se espera especificar los requerimientos funcionales y no funcionales pertinentes para que la aplicación móvil cumpla con las características de un sistema de repetición espaciada que utiliza el método de flashcards de Leitner y que automatice la generación de sesiones de repaso.

Así mismo, se busca desarrollar un modelo de arquitectura apto para los requerimientos, para que después sea implementado por medio del desarrollo de los distintos módulos.

Al final, se espera que se ponga a prueba la implementación de la herramienta desarrollada, a través de pruebas de integración y la formulación de criterios de aceptación.

V. OBJETIVOS.

A. *Objetivo general.*

Realizar un aplicativo móvil que implemente un sistema de repetición espaciada utilizando un algoritmo basado en la curva del olvido que programe sesiones de repaso de conceptos en los que se ponga a prueba el conocimiento del usuario y su memoria, a fin de mejorar su retención de conocimiento y disminuir las falsas ilusiones de conocimiento.

B. *Objetivos específicos.*

Identificar los requerimientos del aplicativo móvil teniendo en cuenta el modelo de la curva de olvido y las técnicas de estudio.

Diseñar un modelo de arquitectura que se adecue a los requerimientos funcionales y no funcionales de tal manera que sean claros los componentes, relaciones, estructuras de control de flujo de datos y patrones de diseño.

Desarrollar la aplicación siguiendo el modelo de arquitectura y cumpliendo con todos los requerimientos levantados.

Validar el producto de software usando pruebas de integración al producto para garantizar el correcto funcionamiento de cada requerimiento que se levantó y así asegurar la calidad.

VI. CONCEPTOS IMPORTANTES.

A. *Características de un sistema de repetición espaciada.*

Un sistema de repetición espaciada es una herramienta que implementa la técnica de estudio de repetición espaciada, por lo que esta consiste en conceptos y temas guardados en un tipo de contenido (video, notas, flashcards, entre otros) que se repasan siguiendo una programación de sesiones de acuerdo con el nivel de retención que se tenga. Un sistema de repetición espaciada debe tener las siguientes características:

- Reúne el conjunto de conceptos y temas que se quieren memorizar y los liga a una pregunta, o problema.
- Planea el repaso de cada concepto de acuerdo con el nivel de retención del usuario. (Entre mayor capacidad de recordar el contenido, mayor será el tiempo entre repasos).
- Registra la respuesta y retroalimentación del usuario al responder cada pregunta para que, de esta manera, se programe cuando se debe repasar de nuevo. [1]

B. *Método de Leitner.*

En 1970 Sebastián Leitner, un divulgador y científico alemán que se centró en el estudio de temas médicos y psicológicos, diseñó un método de aprendizaje basado en el uso de tarjetas de preguntas y respuestas que permitían acortar el tiempo de estudio a medio y largo plazo. El método de Leitner establece que en el momento de empezar el estudio todas las tarjetas se colocan en la caja número 1 y, a medida que se van acertando, se colocan en la caja número 2, número 3 y así sucesivamente. En caso de fallar una tarjeta se coloca siempre en la primera caja. El estudio se realiza espaciadamente de forma que el primer día se estudian las tarjetas pertenecientes a la caja número 1; al día siguiente se vuelven a estudiar las tarjetas de la caja número 1 y dos días después se repasan las de la caja número 2. Entre tres y cinco días después de haber iniciado el estudio, se repasan las de la caja número 3 y así sucesivamente. [3]

C. *Curva de olvido.*

A medida que se aprenden conceptos y temas a lo largo de la vida académica y profesional existen distintos factores como la atención, la memoria y las heurísticas utilizadas para aprender. Entre estos factores, la memoria juega un papel importante para lograr la retención de temas y conceptos que ya se han aprendido. No obstante, existe un problema, y es que

a medida que transcurre el tiempo, nuestro cerebro olvida de manera drástica lo que aprendemos. Está problemática fue definida por el psicólogo Herman Ebbinghaus como la curva del olvido, la cual, es un modelo que expone el nivel de retención de un concepto aprendido, en función de días transcurridos [2, fig. 1]

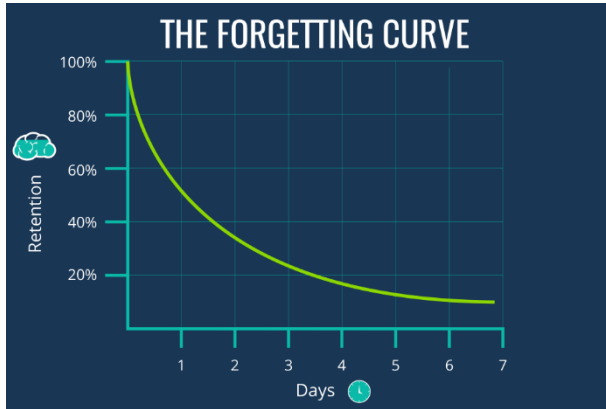


Figura 1- Curva de olvido.

D. La curva de olvido y la repetición espaciada.

El comportamiento de la curva de olvido cambia cuando se repasa el concepto, ya que la retención aumenta con cada repaso y se mantiene cada vez más estable con cada repaso como se ve en [2, fig. 2]

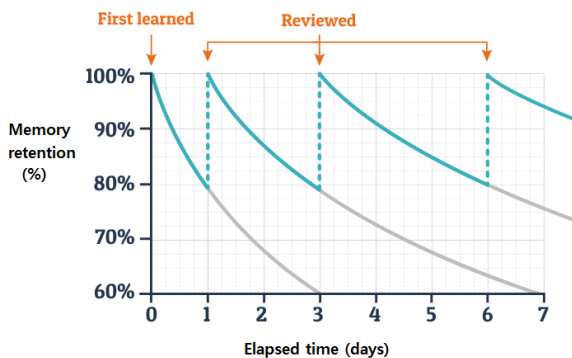


Figura 2 - Comportamiento de la curva del olvido con la repetición espaciada.

VII. METODOLOGÍA DE DESARROLLO.

Para llevar a cabo el proyecto de software se utilizó una metodología de desarrollo basada en cascada, que contará con las fases del ciclo de vida de software de Requerimientos, Diseño, Implementación y Pruebas. En cada una de las fases se planearon actividades y entregables que son importantes para cumplir con el alcance propuesto.

Al final la idea es demostrar que se planeó, diseño, implementó y se probó la plataforma de STU-AID de manera exitosa de acuerdo con los requerimientos a través de la evaluación de pruebas de integración. Así mismo, los

objetivos formulados serán evaluados mediante el cumplimiento de las tareas establecidas.

Tabla. I. Metodología de desarrollo por objetivo específico.

Objetivo Específico	Metodología de desarrollo
Identificar los requerimientos del aplicativo móvil teniendo en cuenta el modelo de la curva de olvido propuesto por Ebbinghaus y técnicas de estudio como la repetición espaciada y el recuerdo activo para que los usuarios puedan aprender de manera efectiva.	Se realizarán investigaciones semanales haciendo uso de las bases de datos de información y otros recursos que provee la biblioteca de la universidad. Se investigará a nivel nacional y global iniciativas similares e investigaciones sobre el tema de repetición espaciada, curva del olvido y técnicas efectivas de estudio implementadas en aplicaciones TIC.
Diseñar un modelo de arquitectura que se adecue a los requerimientos funcionales y no funcionales de tal manera que sean claros los componentes, relaciones, estructuras de control de flujo de datos y patrones de diseño.	Se realizará un modelo de arquitectura, así como la documentación de las decisiones de arquitectura y el modelo de datos y de clases de tal manera que se tenga en consideración la responsabilidad y comportamiento de cada módulo dentro del sistema STU-AID.
Implementar la solución en código siguiendo el modelo de arquitectura y cumpliendo con todos los requerimientos levantados.	APLICACIÓN MÓVIL. Se realizará una aplicación móvil que le permitirá al usuario interactuar y visualizar el contenido de la aplicación. Se utilizarán las tecnologías Javascript y la librería React Native. API RESTFUL Se realizará un API RESTful que definirá los recursos y la forma de acceder a estos, de tal manera que se implementará la lógica del sistema de repetición espaciada y se interactuará con la base de datos para la persistencia de datos. BASE DE DATOS. Se creará una base de datos que almacenará la información importante de cada usuario y de su sistema de repetición espaciada. Se planea utilizar PostgreSQL como motor de base de datos.
Validar el producto de software usando pruebas de integración al producto para garantizar el correcto funcionamiento de cada requerimiento que se levantó y así asegurar la calidad.	Se implementarán pruebas de integración para validar el correcto funcionamiento. Se planea utilizar para la fase de pruebas un ambiente dedicado en dónde se realicen, seguido de las pruebas, es necesario planificar y realizar los ajustes necesarios a medida que se encuentren errores.

VIII. RESULTADOS.

A. Requerimientos.

En esta fase se realizaron actividades para cumplir con el objetivo de identificar los requerimientos del aplicativo móvil teniendo en cuenta el modelo de la curva de olvido y las técnicas de estudio.

1) Especificación de requerimientos funcionales.

Para especificar los requerimientos funcionales se utilizó el método de historias de usuario.

Al final se formularon 24 historias de usuario en total, las cuales fueron las siguientes:

- HU-001 Registrar cuenta: Como usuario principal lo que quiero es poder registrar una cuenta para poder empezar a utilizar un servicio con una cuenta propia.
- HU-002 Iniciar sesión: Como usuario de la aplicación lo que quiero es poder iniciar sesión con mi cuenta para poder acceder a las funcionalidades de la aplicación de manera segura y personalizada.
- HU-003 Ver mis clases: Como usuario principal lo que quiero es poder ver la lista de mis clases y sus estados para poder organizar mis temas por clase.
- HU-004 Agregar una clase: Como usuario lo que quiero es poder agregar una clase en mi aplicación para así poder designarle temas de estudio, asignarle un nombre, una descripción y una prioridad.
- HU-005 Eliminar una clase: Como usuario me gustaría ser capaz de borrar una clase para así limpiar mi aplicación con clases que ya no son de mi interés repasar.
- HU-006 Cambiar el estado de una clase: Como usuario quiero cambiar el estado de mi clase para poder ver u ocultar las clases activas de las desactivas además de cambiar la descripción, la prioridad y el nombre de la clase.
- HU-007 Ver temas de estudio de una clase: Como usuario principal lo que quiero es ver los temas de cada curso para así dividir mejor los contenidos de un curso.
- HU-008 Crear un tema de estudio: Como usuario lo que quiero es poder crear temas de estudio que pertenezcan a un curso que este realizando para poder organizar mis flashcards en temas y clases.
- HU-009 Eliminar un tema de estudio: Como usuario principal lo que quiero es poder eliminar temas de estudio que ya no quiero repasar.
- HU-010 Editar el estado de un tema de estudio: Como usuario lo que quiero es poder cambiar el estado de un tema de estudio y poder cambiar su nombre para así tener mayor control sobre los temas que me interesan.
- HU-011 Ver preguntas de un tema de estudio: Como usuario lo que quiero es poder ver las preguntas de un tema de estudio en particular para tener conocimiento de cómo se compone el tema a partir de las preguntas.
- HU-012 Ver opciones de crear pregunta: Como usuario lo que quiero es poder crear una pregunta de tipo verdadero / falso, elaborada y de frente/reverso para poder fragmentar los temas que estoy estudiando.
- HU-013 Crear pregunta elaborada/construida: Como usuario lo que quiero es poder crear preguntas elaboradas / construidas para mis sesiones de repaso.
- HU-014 Crear Pregunta dicotómica Verdadero/ Falso: Como usuario principal de la aplicación lo que quiero es poder crear preguntas de verdadero o falso para mis sesiones de repaso.
- HU-015 Crear Pregunta definición concepto (Frente / Reverso): Como usuario de la aplicación lo que quiero es poder crear preguntas de tipo frente / reverso para mis sesiones de repaso.
- HU-016 Eliminar pregunta: Como usuario principal de la aplicación lo que quiero es poder eliminar una pregunta que ya no quiero que este en las sesiones de repaso.
- HU-017 Editar pregunta: Como usuario lo que quiero es poder editar una pregunta a mi gusto.
- HU-018 Visualizar pregunta en flashcard: Como usuario lo que quiero es poder visualizar las preguntas en forma de flashcards para poder estudiarlas en las sesiones de repaso.
- HU-019 Empezar sesión de estudio del día: Como usuario lo que quiero es poder estudiar las tarjetas que probablemente haya olvidado en cierto porcentaje.
- HU-020 Empezar sesión de estudio de un tema: Como usuario lo que quiero es repasar las preguntas de un tema en específico.
- HU-021 Empezar sesión de estudio de una materia: Como usuario lo que quiero es repasar las tarjetas de un curso en específico sin importar si no necesitan ser repasadas.
- HU-022 Empezar sesión de estudio por tiempo: Como usuario lo que quiero es repasar las flashcards en una sesión de tiempo.
- HU-023 Responder pregunta: Como usuario quiero responder las preguntas en mis sesiones de estudio, de tal forma que pueda poner a prueba mi conocimiento y calificar la dificultad de la pregunta de 1 a 5, donde 1 fue muy difícil y 5 muy fácil.
- HU-024 Conocer el progreso de la sesión de estudio: Como usuario quiero conocer el progreso de mi sesión de estudio para saber cuántas flashcards he repasado y cuantas hacen falta.

2) Requerimientos no funcionales.

Tabla. II Atributos de calidad priorizados por importancia.

Atributo de calidad	Descripción	Prioridad
Usabilidad	El usuario puede crear, editar y eliminar preguntas tipo flashcards de estudio de manera fácil utilizando atajos.	Alta
	El usuario puede ver y conocer de manera clara sus clases, temas, y preguntas con detalles de manera clara en la interfaz.	
Seguridad	El usuario puede acceder al sistema de forma segura.	Alta
	El acceso a la información del usuario está restringido para todos excepto el mismo usuario.	
Procesamiento en tiempo real	Las acciones y la información del usuario se almacena y se sincroniza a lo largo de todos los dispositivos.	Media
Desempeño	El usuario experimenta tiempos de respuestas rápidos por parte del sistema.	Media

B. Diseño.

En esta fase se desarrollaron tareas para cumplir con el objetivo de diseñar un modelo de arquitectura que se adecue a los requerimientos funcionales y no funcionales de tal manera que sean claros los componentes, relaciones, estructuras de control de flujo de datos y patrones de diseño.

Se realizaron las estrategias para el cumplimiento de atributos de calidad, se documentaron las decisiones de arquitectura y se diseño el modelo de datos.

1) Estrategias para cumplimiento de atributos de calidad.

Se formularon estrategias para dar cumplimiento a los atributos de calidad.

Tabla. III Estrategias para cada atributo de calidad.

Atributo de calidad	Descripción	Estrategia
Usabilidad	El usuario puede crear, editar y eliminar preguntas tipo flashcards de estudio de manera fácil utilizando atajos.	Implementación de un diseño que mejore la experiencia de usuario utilizando animaciones, botones y texto visibles.
	El usuario puede ver y conocer de manera clara sus clases, temas, y preguntas con detalles de manera clara en la interfaz.	
Seguridad	El usuario puede acceder al sistema de forma segura.	Implementación de JSON Web Tokens para la autenticación y autorización.
	El acceso a la información del usuario está restringido para todos excepto el mismo usuario.	Implementación de estrategias de encriptación de password.
Procesamiento en tiempo real	Las acciones y la información del usuario se almacena y se sincroniza a lo largo de todos los dispositivos.	Implementación de middlewares en la API que se encarguen de la persistencia de los datos.
Desempeño	El usuario experimenta tiempos de respuestas rápidos por parte del sistema.	Despliegue de base de datos en un contenedor de Docker.

2) Decisiones de arquitectura.

Se diseñó un modelo de arquitectura para que se adecuara a los requerimientos funcionales y no funcionales, para lograrlo se tomaron las siguientes decisiones de arquitectura.

a) Aplicación cliente servidor.

Para el desarrollo de la solución se utilizó un estilo de arquitectura de cliente-servidor, el cual es un estilo basado en

llamado y retorno. Según Sulyman [4], una un modelo cliente servidor es una arquitectura compuesta por un cliente y un servidor, en donde los clientes siempre envían peticiones, mientras que el servidor responde la petición enviada. Este provee una comunicación de interproceso porque involucra un intercambio de datos de ambos, tanto del cliente, como del servidor, en donde se desarrollan diferentes funciones. Siguiendo con la explicación de Sulyman, el modelo cliente servidor ofrece los siguientes beneficios:

- Separa el procesamiento de aplicación a lo largo de múltiples máquinas.
- Permite de manera más fácil compartir recursos desde los clientes.
- Reduce la replicación de los datos al almacenarlos en un servidor común a los clientes, en vez de almacenarlos en cada cliente. [4]

En el proyecto Stu-aid el servidor será una aplicación API REST utilizando el ambiente de JavaScript llamado NodeJS y la librería Express JS, la cual recibirá las peticiones HTTP de la aplicación cliente que es a su vez una aplicación móvil desarrollada en React Native.

Tabla. IV Decisiones de arquitectura.

Aplicación cliente-servidor		
	Frontend – Aplicación Móvil	Backend – API RESTful
Arquitectura	Flux y basada en componentes de React Native.	The Clean Architecture. Express middlewares (Pipes and Filters)
Decisiones de Arquitectura orientadas a cumplir con los atributos de calidad	React Native Expo React Navigation Android Simulator JSON Web Tokens	ExpressJS Postgresql Sequelize ORM Docker PassportJS JSON Web Tokens
Módulos identificados	Cursos. Temas. Flashcards. Sesión de estudio.	

3) Modelo de datos.

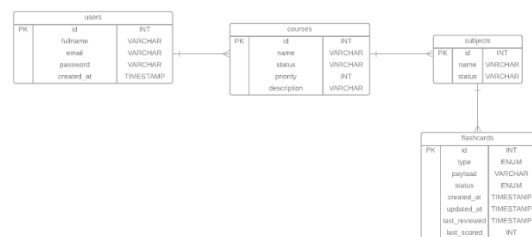


Figura 3 – Modelo de datos.

C. Implementación.

En esta fase se desarrolló la aplicación siguiendo el modelo de arquitectura siguiendo todos los requerimientos levantados.

A continuación, se mostrará la implementación de las vistas en la aplicación cliente:

a) Módulo de usuarios.

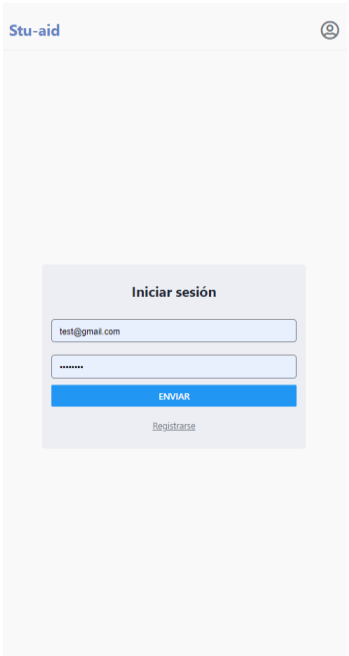


Figura 4 – Inicio de sesión.

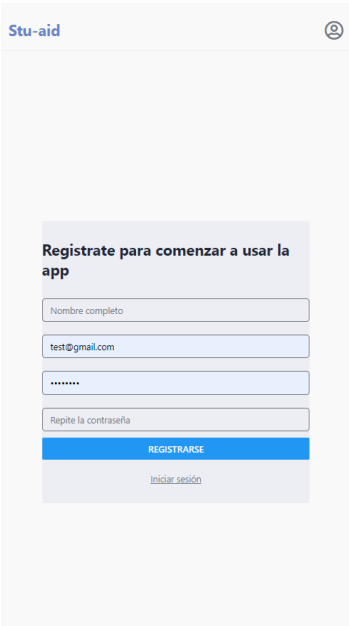


Figura 5 – Registrar cuenta.

b) Módulo de cursos.

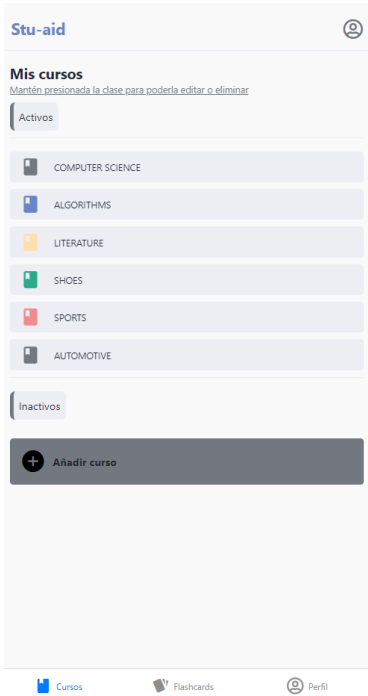


Figura 6 – Ver cursos.

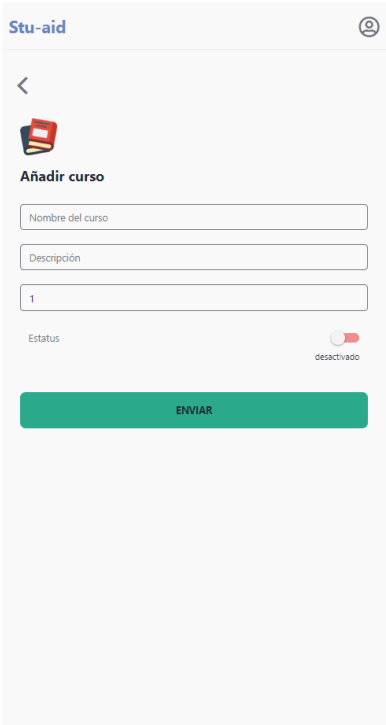


Figura 7 – Añadir curso.

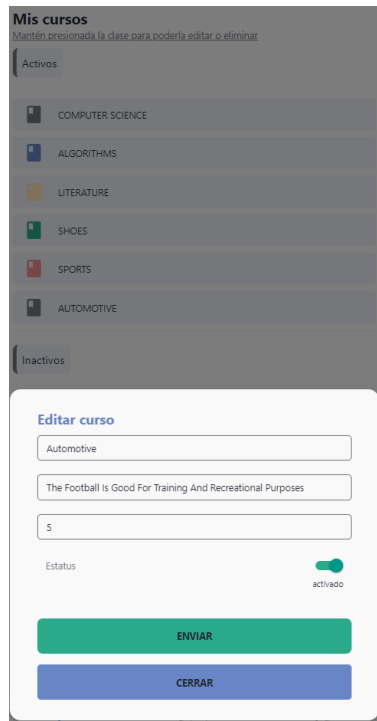


Figura 8 – Editar curso.

c) *Módulo de temas.*

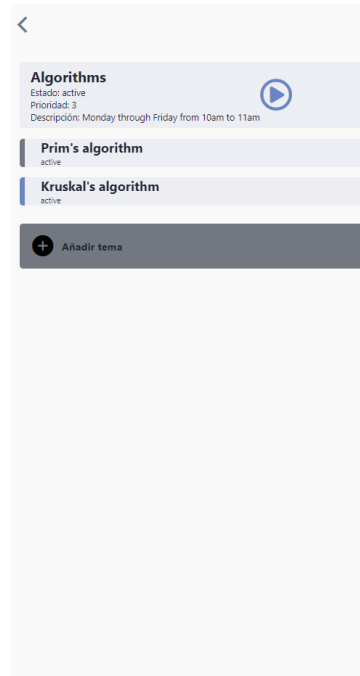


Figura 10 – Ver temas de estudio.

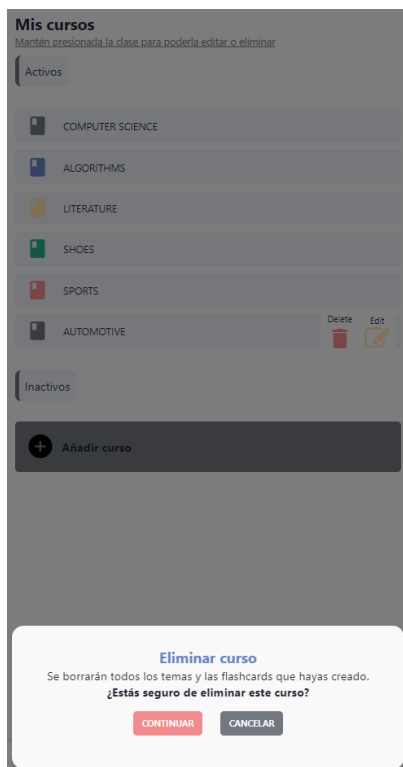


Figura 9 – Eliminar curso.

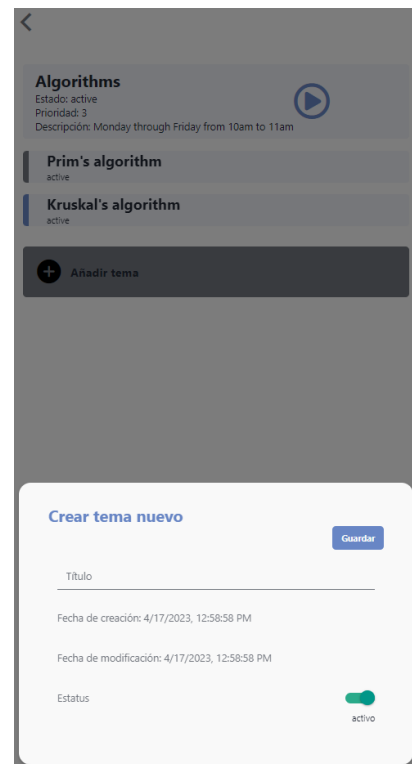


Figura 11 – Crear tema de estudio.

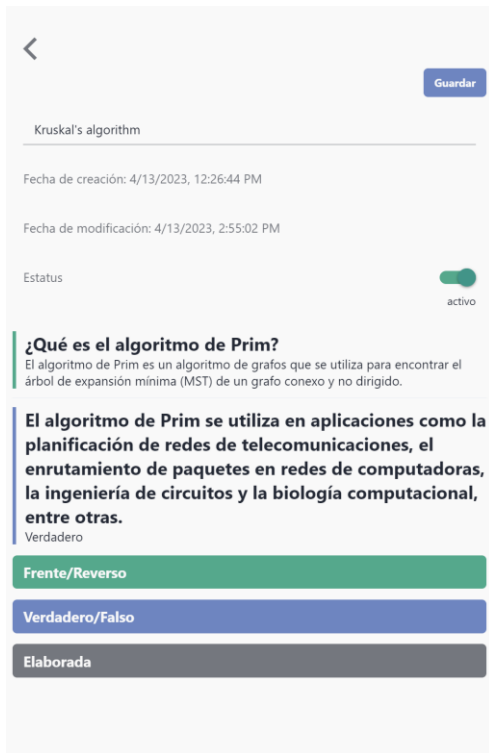


Figura 12 – Editar tema de estudio.

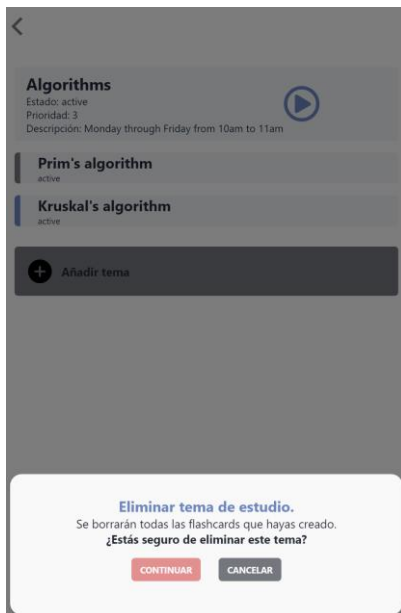


Figura 13 – Eliminar tema de estudio.

d) Módulo de flashcards.

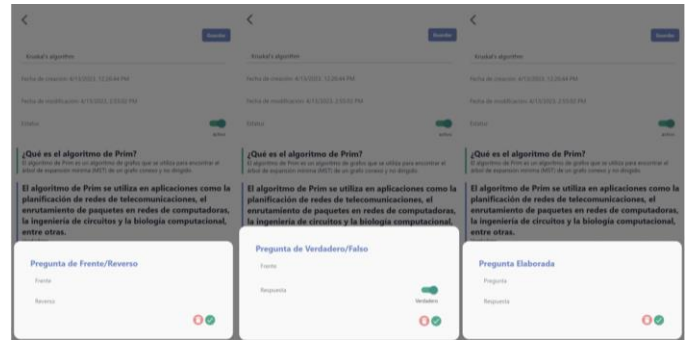


Figura 14 – Vistas de crear flashcards frente-reverso, verdadero-falso y elaborada.

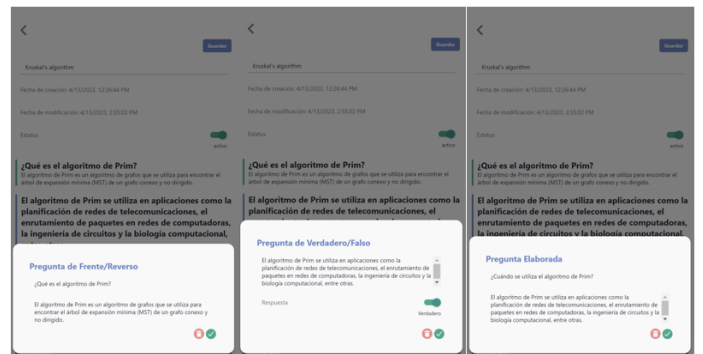


Figura 15 – Vistas de editar flashcards.

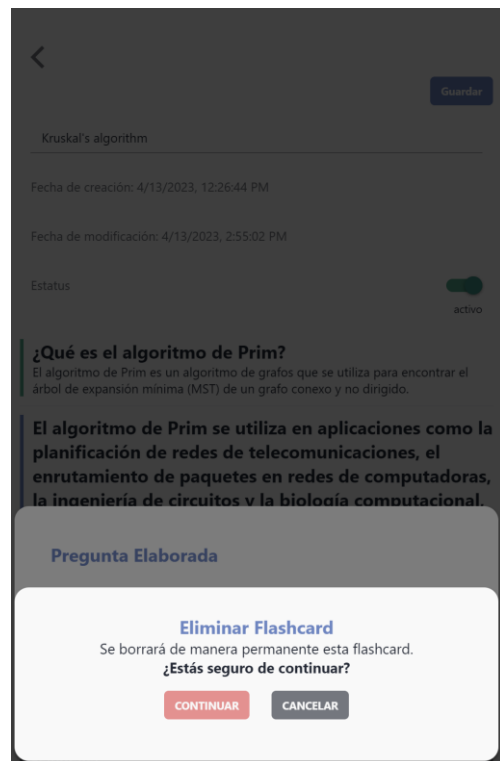


Figura 16 – Vista de eliminar flashcard.

e) Módulo de sesión de estudio.



Figura 17 – Vista de ver temas para repasar.

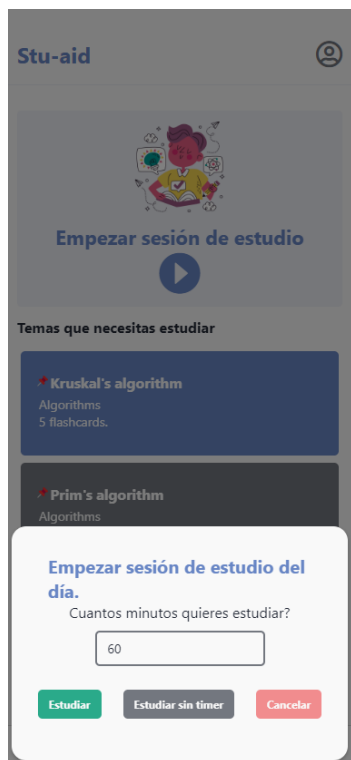


Figura 18 – Vista de estudiar con temporizador.

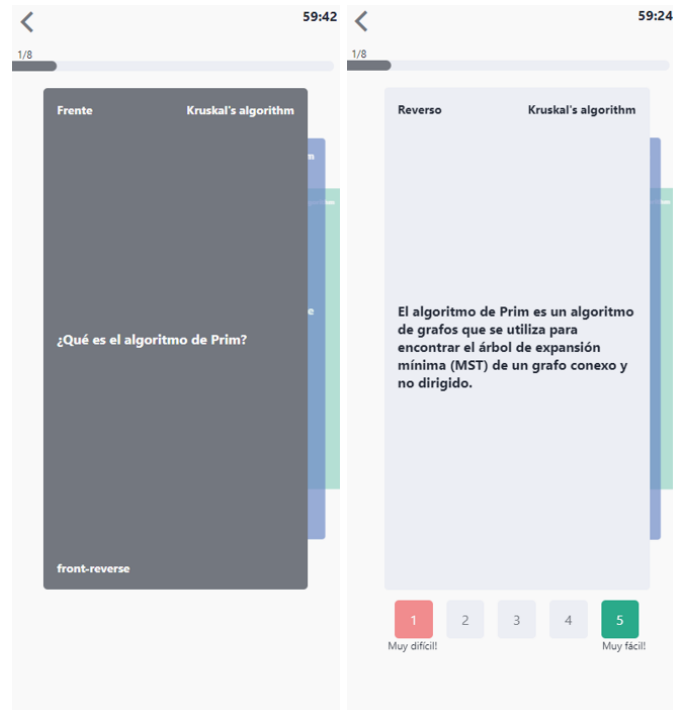


Figura 19 – Vista de sesión de repaso.

D. Pruebas.

En esta fase se validó el producto de software usando pruebas de integración al producto para garantizar el correcto funcionamiento de cada requerimiento que se levantó y así asegurar que el producto cumple con las expectativas.

1) Ambiente de pruebas.

Se configuró un ambiente de pruebas, en donde, se utilizaron datos ficticios de usuarios, cursos, temas y flashcards con la librería Faker.js con el fin de realizar tests de forma apropiada.

Se utilizaron los seeders del ORM Sequelize para poblar la base de datos con los datos de prueba.

Se hizo uso del servidor de desarrollo que provee el framework de expo para alojar la aplicación cliente y se utilizó nodemon para alojar la API RESTful.

2) Pruebas de integración.

Se realizaron 24 pruebas de integración y se verificó que se cumplieran los criterios de aceptación en cada una de las pruebas.

Cada vez que fallaba una prueba se hicieron las correcciones pertinentes de tal manera que al final se aprobaron el 100% de las pruebas.

A continuación, se mostrarán cada una de las pruebas de integración finales.

Tabla. V Prueba de integración HU-001

Prueba de integración		
HU-001 Registrar cuenta		
Descripción		
Como usuario principal lo que quiero es poder registrar una cuenta para poder empezar a utilizar un servicio con una cuenta propia.		
Checklist de criterios de aceptación	Aprobado	Desaprobado
En el evento de registrar cuenta el sistema requiere los campos de (Nombre completo, correo, contraseña, confirmación de contraseña).	X	
Antes de enviar los datos al servidor, se debe confirmar que los campos han sido llenados y de manera válida.	X	
La contraseña debe tener al menos 8 caracteres.	X	
La confirmación de la contraseña y la contraseña deben coincidir.	X	
El email debe ser un email válido	X	
En el evento de recibir la petición de registro por parte del servidor, se deben volver a verificar los campos de la petición. En el caso de ser válidos se procede a registrar el usuario. En el caso contrario se debe devolver un error y el mensaje correspondiente.	X	
En el caso de recibir un error por parte del servidor se debe mostrar el mensaje.	X	
El correo debe ser único, en el caso de que ya exista un usuario con ese correo se debe enviar un error con el mensaje.	X	

Tabla. VI Prueba de integración HU-002

Prueba de integración		
HU-002 Iniciar sesión.		
Descripción		
Como usuario de la aplicación lo que quiero es poder iniciar sesión con mi cuenta para poder acceder a las funcionalidades de la aplicación de manera segura y personalizada.		
Checklist de criterios de aceptación	Aprobado	Desaprobado
En el evento de iniciar sesión con una cuenta, el sistema requiere los campos de (Correo y contraseña).	X	
Antes de enviar los datos al servidor, se debe confirmar que los campos han sido llenados y de manera válida.	X	
La contraseña debe tener al menos 8 caracteres.	X	
El email debe ser un email válido	X	
En el evento de recibir la petición de registro por parte del servidor, se deben volver a verificar los campos de la petición. En el caso de ser válidos se procede a iniciar sesión y redirigir a la vista principal. En el caso contrario se debe devolver un error y el mensaje correspondiente.	X	
En el caso de recibir un error por parte del servidor se debe mostrar el mensaje.	X	

Tabla. VII Prueba de integración HU-003

Prueba de integración		
HU-003 Ver mis clases		
Descripción		
Como usuario principal lo que quiero es poder ver la lista de mis clases y sus estados para poder organizar mis temas por clase.		
Checklist de criterios de aceptación	Aprobado	Desaprobado
El usuario debe estar debidamente autenticado en la plataforma.	X	
En el caso de que existan clases creadas, se mostraran en la pantalla en forma de lista en donde aparezcan los detalles de la clase que son estado y numero de temas.	X	
En los ítems de clase se muestra un botón para eliminar la clase.	X	
En la pantalla se muestra un botón para agregar una clase.	X	
En los ítems de clase se muestra un botón para repasar esa clase.	X	
Se deben mostrar las clases activas e inactivas	X	

Tabla. VIII Prueba de integración HU-004

Prueba de integración		
HU-004 Agregar una clase		
Descripción		
Como usuario lo que quiero es poder agregar una clase en mi aplicación para así poder designarle temas de estudio, asignarle un nombre, una descripción y una prioridad.		
Checklist de criterios de aceptación	Aprobado	Desaprobado
Se debe mostrar un formulario en donde se pida Nombre, Descripción, Prioridad y Estado.	X	
Se deben validar que las entradas del formulario sean válidas antes de enviarlas al sistema.	X	
En el evento de recibir un error por parte del servidor se debe mostrar un aviso de error.	X	
En el evento de recibir un mensaje de éxito se debe notificar un aviso de éxito.	X	

Tabla. IX Prueba de integración HU-005

Prueba de integración		
HU-005 Eliminar una clase		
Descripción		
Como usuario me gustaría ser capaz de borrar una clase para así limpiar mi aplicación con clases que ya no son de mi interés repasar.		
Checklist de criterios de aceptación	Aprobado	Desaprobado
El usuario debe estar debidamente autenticado en la plataforma.	X	
En el caso de borrar la clase se debe mantener oprimido la clase y se mostrará el botón de editar y borrar clase.	X	
En el caso de que se seleccione borrar la clase se debe notificar al usuario una advertencia de que se borrarán todos los elementos del curso.	X	
En el caso de cancelar la operación se vuelve a la vista de clases	X	
En el caso de aceptar la advertencia se procede a borrar la clase y se vuelve a la vista de clases recargando la clases del estudiante.	X	

Tabla. X Prueba de integración HU-007

Prueba de integración		
HU-007 Ver temas de estudio de una clase.		
Descripción		
Como usuario principal lo que quiero es ver los temas de cada curso para así dividir mejor los contenidos de un curso.		
Checklist de criterios de aceptación	Aprobado	Desaprobado
El usuario debe estar debidamente autenticado en la plataforma.	X	
En el caso de que existan temas creados, se mostraran en la pantalla en forma de lista en donde aparecieran los temas del curso y su estado.	X	
En el caso de que no existan temas creados se mostrara en la pantalla un aviso de que no existen temas actualmente.	X	
En la pantalla se muestra un botón para agregar una tema.	X	
En los ítems de clase se muestra un botón para eliminar un tema	X	
En los ítems de clase se muestra un botón para repasar la clase.	X	
Se deben mostrar los temas activos e inactivos	X	

Tabla. XI Prueba de integración HU-008

Prueba de integración		
HU-008 Crear un tema de estudio.		
Descripción Como usuario lo que quiero es poder crear temas de estudio que pertenezcan a una curso que este realizando para poder organizar mis flashcards en temas y clases.		
Checklist de criterios de aceptación	Aprobado	Desaprobado
Debe aparecer un botón de agregar tema en la sección de la clase	X	
Se debe mostrar un formulario en donde se pida Nombre y aparezca la fecha de creación y la fecha de actualización y el area de tomar notas.	X	
Se deben validar que las entradas del tema sean válidas antes de guardar	X	
En el evento de recibir un error por parte del servidor se debe mostrar un aviso de error.	X	
En el evento de recibir un mensaje de éxito se debe notificar un aviso de éxito.	X	

Tabla. XII Prueba de integración HU-009

Prueba de integración		
HU-009 Eliminar un tema de estudio.		
Descripción Como usuario principal lo que quiero es poder eliminar temas de estudio que ya no quiero repasar.		
Checklist de criterios de aceptación	Aprobado	Desaprobado
El usuario debe estar debidamente autenticado en la plataforma.	X	
En el caso de borrar un tema se debe mantener oprimido el tema y se mostrará el botón de borrar clase.	X	
En el caso de que se seleccione borrar el tema se debe notificar al usuario una advertencia de que se borrarán todos los flashcards del tema.	X	
En el caso de cancelar la operación se vuelve a la vista de temas	X	
En el caso de aceptar la advertencia se procede a borrar el tema y se vuelve a la vista de temas recargando los temas del estudiante.	X	

Tabla. XIII Prueba de integración HU-010

Prueba de integración		
HU-010 Editar el estado de un tema de estudio.		
Descripción Como usuario lo que quiero es poder cambiar el estado de un tema de estudio y poder cambiar su nombre para así tener mayor control sobre los temas que me interesan.		
Checklist de criterios de aceptación	Aprobado	Desaprobado
Se debe mostrar un formulario con los datos actuales del tema: Nombre, estado y flashcards.	X	
Se deben validar que las entradas del formulario sean válidas antes de enviarlas al sistema.	X	
En el evento de recibir un error por parte del servidor se debe mostrar un aviso de error.	X	
En el evento de recibir un mensaje de éxito se debe notificar un aviso de éxito.	X	

Tabla. XIV Prueba de integración HU-011

Prueba de integración		
HU-011 Ver preguntas de un tema de estudio.		
Descripción Como usuario lo que quiero es poder ver las preguntas de un tema de estudio en particular para tener conocimiento de cómo se compone el tema a partir de las preguntas.		
Checklist de criterios de aceptación	Aprobado	Desaprobado
El usuario debe estar debidamente autenticado en la plataforma.	X	
Se muestran las preguntas en campos editables.	X	
Se muestra la información del tema en campos editables	X	
Se muestran las opciones para crear una nueva pregunta	X	
Si se selecciona una pregunta aparece opción de guardar cambios o de eliminar.	X	

Tabla. XV Prueba de integración HU-012

Prueba de integración		
HU-012 Ver opciones de crear pregunta.		
Descripción Como usuario lo que quiero es poder crear una pregunta de tipo verdadero / falso, elaborada y de frente/reverso para poder fragmentar los temas que estoy estudiando.		
Checklist de criterios de aceptación	Aprobado	Desaprobado
El usuario debe estar debidamente autenticado en la plataforma.	X	
El usuario ve en la pantalla las opciones de crear preguntas de tipo verdadero / falso, elaborada y de frente/reverso.	X	
En el evento de que el usuario selecciona una de las opciones se muestra en la pantalla un formulario con los campos de la pregunta.	X	

Tabla. XVI Prueba de integración HU-013

Prueba de integración		
HU-013 Crear pregunta elaborada/construida		
Descripción Como usuario lo que quiero es poder crear preguntas elaboradas/construidas para mis sesiones de repaso.		
Checklist de criterios de aceptación	Aprobado	Desaprobado
El usuario debe estar debidamente autenticado en la plataforma.	X	
El usuario debe estar en la vista del temas	X	
Al seleccionar la opción de crear pregunta elaborada se mostrará un formulario con los campos de pregunta y respuesta.	X	
Aparece un botón de guarda y eliminar pregunta.	X	
El formulario valida que los campos sean llenados antes de guardar los cambios.	X	
En el evento que se guarden los cambios se enviará la petición al servidor.	X	

Tabla. XVII Prueba de integración HU-014

Prueba de integración		
HU-014 Crear Pregunta dicotómica Verdadero/ Falso.		
Descripción Como usuario principal de la aplicación lo que quiero es poder crear preguntas de verdadero o falso para mis sesiones de repaso.		
Checklist de criterios de aceptación	Aprobado	Desaprobado
El usuario debe estar debidamente autenticado en la plataforma.	X	
El usuario debe estar en la vista del temas	X	
Al seleccionar la opción de crear pregunta elaborada se mostrará un formulario con los campos de pregunta y respuesta.	X	
Aparece un botón de guarda y eliminar pregunta.	X	
El formulario valida que los campos sean llenados antes de guardar los cambios.	X	
En el evento que se guarden los cambios se enviará la petición al servidor.	X	

Tabla. XVIII Prueba de integración HU-015

Prueba de integración		
HU-015 Crear Pregunta definición concepto (Frente/Reverso).		
Descripción		
Como usuario de la aplicación lo que quiero es poder crear preguntas de tipo frente/reverso para mis sesiones de repaso.		
Checklist de criterios de aceptación	Aprobado	Desaprobado
El usuario debe estar debidamente autenticado en la plataforma.	X	
El usuario debe estar en la vista del temas	X	
Al seleccionar la opción de crear pregunta elaborada se mostrará un formulario con los campos de pregunta y respuesta.	X	
Aparece un botón de guarda y eliminar pregunta.	X	
El formulario valida que los campos sean llenados antes de guardar los cambios.	X	
En el evento que se guarden los cambios se enviará la petición al servidor.	X	

Tabla. IXX Prueba de integración HU-016

Prueba de integración		
HU-016 Eliminar pregunta.		
Descripción		
Como usuario principal de la aplicación lo que quiero es poder eliminar una pregunta que ya no quiero que este en las sesiones de repaso.		
Checklist de criterios de aceptación	Aprobado	Desaprobado
El usuario debe estar debidamente autenticado en la plataforma.	X	
El usuario debe estar en la vista del temas	X	
Al seleccionar una pregunta se mostrará un formulario con los campos de pregunta y respuesta.	X	
Aparece un botón de guarda y eliminar pregunta.	X	
En el evento de eliminar la pregunta saldrá un mensaje de confirmación.	X	
En el evento de que se confirme la eliminación, se procede a eliminar la pregunta.	X	
En el caso de cancelar la operación de eliminación se volverá a la vista del tema.	X	

Tabla. XX Prueba de integración HU-017

Prueba de integración		
HU-017 Editar pregunta.		
Descripción		
Como usuario lo que quiero es poder editar una pregunta a mi gusto.		
Checklist de criterios de aceptación	Aprobado	Desaprobado
El usuario debe estar debidamente autenticado en la plataforma.	X	
El usuario debe estar en la vista del temas	X	
Al seleccionar la pregunta a editar, se mostrará un formulario con los campos de pregunta y respuesta.	X	
Aparece un botón de guarda y eliminar pregunta.	X	
El formulario valida que los campos sean llenados antes de guardar los cambios.	X	
En el evento que se guarden los cambios se guardaran los cambios se enviará la petición al servidor.	X	

Tabla. XXI Prueba de integración HU-018

Prueba de integración		
HU-018 Visualizar pregunta en flashcard.		
Descripción		
Como usuario lo que quiero es poder visualizar las preguntas en forma de flashcards para poder estudiarlas en las sesiones de repaso.		
Checklist de criterios de aceptación	Aprobado	Desaprobado
En la tarjeta se muestra la parte frontal al inicio, se muestra el tema de estudio, el tipo de pregunta y el contenido de la pregunta.	X	
En el evento de dar clic en la tarjeta la parte frontal se voltea y se muestra la parte del reverso con el contenido de la respuesta y el tema de estudio.	X	

Tabla. XXII Prueba de integración HU-019.

Prueba de integración		
HU-019 Empezar sesión de estudio del día.		
Descripción		
Como usuario lo que quiero es poder estudiar las tarjetas que probablemente haya olvidado en cierto porcentaje.		
Checklist de criterios de aceptación	Aprobado	Desaprobado
El usuario debe estar debidamente autenticado en la plataforma.	X	
En la pantalla de flashcards existe un botón para empezar la sesión de estudio del día.	X	
En el caso de empezar la sesión del día, se mostraran las flashcards que necesitan ser repasadas en forma de frente y reverso.	X	
A medida que pasan las tarjetas el usuario debe contestar las preguntas dependiendo del tipo de pregunta (Frente/Reverso, Verdadero/Falso o Elaborada).	X	
Al finalizar el recorrido de las tarjetas se muestra un modal avisando que la sesión de estudio finalizó.	X	

Tabla. XXIII Prueba de integración HU-020

Prueba de integración		
HU-020 Empezar sesión de estudio de un tema.		
Descripción		
Como usuario lo que quiero es repasar las preguntas de un tema en específico.		
Checklist de criterios de aceptación	Aprobado	Desaprobado
El usuario debe estar debidamente autenticado en la plataforma.	X	
En la pantalla de flashcards se muestran los temas que necesitan ser repasados.	X	
En el caso de seleccionar un tema en específico, se mostrarán las flashcards que necesitan ser repasadas en forma de frente y reverso que pertenecen al tema.	X	
A medida que pasan las tarjetas el usuario debe contestar las preguntas dependiendo del tipo de pregunta (Frente/Reverso, Verdadero/Falso o Elaborada).	X	
Al finalizar el recorrido de las tarjetas se muestra un modal avisando que la sesión de estudio finalizó.	X	

Tabla. XXIV Prueba de integración HU-021

Prueba de integración		
HU-021 Empezar sesión de estudio de una materia.		
Descripción		
Como usuario lo que quiero es repasar las tarjetas de un curso en específico sin importar si no necesitan ser repasadas.		
Checklist de criterios de aceptación	Aprobado	Desaprobado
El usuario debe estar debidamente autenticado en la plataforma.	X	
En la pantalla de flashcards se muestran los temas que necesitan ser repasados.	X	
En el caso de seleccionar un tema en específico, se mostrarán las flashcards que necesitan ser repasadas en forma de frente y reverso que pertenecen al tema.	X	
A medida que pasan las tarjetas el usuario debe contestar las preguntas dependiendo del tipo de pregunta (Frente/Reverso, Verdadero/Falso o Elaborada).	X	
Al finalizar el recorrido de las tarjetas se muestra un modal avisando que la sesión de estudio finalizó.	X	

Tabla. XXV Prueba de integración HU-022

Prueba de integración		
HU-022 Empezar sesión de estudio por tiempo.		
Descripción		
Como usuario lo que quiero es repasar las flashcards en una sesión de tiempo.		
Checklist de criterios de aceptación	Aprobado	Desaprobado
El usuario debe estar debidamente autenticado en la plataforma.	X	
En la pantalla de flashcards se muestran los temas que necesitan ser repasados.	X	
Se mostrará un temporizador en el momento iniciar hasta finalizar la sesión.	X	
En el caso de seleccionar un tema en específico, se mostrarán las flashcards que necesitan ser repasadas en forma de frente y reverso que pertenecen al tema.	X	
A medida que pasan las tarjetas el usuario debe contestar las preguntas dependiendo del tipo de pregunta (Frente/Reverso, Verdadero/Falso o Elaborada).	X	
Al finalizar el recorrido de las tarjetas o al terminar el tiempo se muestra un modal avisando que la sesión de estudio finalizó.	X	

Tabla. XXVI Prueba de integración HU-023

Prueba de integración		
HU-023 Responder pregunta.		
Descripción		
Como usuario quiero responder las preguntas en mis sesiones de estudio, de tal forma que pueda poner a prueba mi conocimiento y calificar la dificultad de la pregunta de 1 a 5, donde 1 fue muy difícil y 5 muy fácil.		
Checklist de criterios de aceptación	Aprobado	Desaprobado
Se debe estar en una sesión de estudio para poder responder una pregunta.	X	
Se debe estar debidamente autenticado en la plataforma.	X	
Se debe mostrar el frente de la pregunta primero. Para las flashcards de frente/reverso no se pone campo de respuesta, para las de verdadero/falso se muestran dos botones con la opción de verdadero y falso y para el caso de las elaboradas se muestra un formulario para que el usuario ponga su respuesta.	X	
Una vez el usuario de su respuesta se muestra el reverso con la respuesta correcta y la opción de calificar el nivel de dificultad de 1 a 5.	X	
En el evento de que el usuario seleccione cualquier nivel de dificultad se debe enviar la petición al servidor y este debe calcular y asignar la siguiente fecha de repaso y devolver los datos a la aplicación.	X	
Una vez los datos con la nueva fecha de repaso son recibidos por la aplicación se pasa a la siguiente flashcard.	X	
Para la dificultad 1 se programa la flashcard para el día siguiente, para la dificultad 2 se programa la flashcard para 2 días después, para la dificultad 3 se programa para 7 días después, para la 4 se programa para 15 días después, y para la 5 se programa para 30 días después.	X	

Tabla. XXVII Prueba de integración HU-024.

Prueba de integración		
HU-024 Conocer el progreso de la sesión de estudio.		
Descripción		
Cómo usuario quiero conocer el progreso de mi sesión de estudio para saber cuántas flashcards he repasado y cuantas hacen falta.		
Checklist de criterios de aceptación	Aprobado	Desaprobado
Al empezar sesión se observa una línea de progreso.	X	
A medida que se responden las flashcards se ve el cambio en la línea de progreso.	X	
Se observa las flashcards repasadas y las flashcards totales.	X	
Al finalizar el recorrido de las tarjetas se muestra un modal avisando que la sesión de estudio finalizó.	X	

IX. CONCLUSIONES.

Stu-aid es una aplicación móvil para la ayuda de los estudios académicos, pues en los requerimientos se incluyeron técnicas como la repetición espaciada y el método de flashcards de Leitner para combatir el olvido de conceptos a lo largo del tiempo, fenómeno representado en la curva de olvido propuesta por Ebbinghaus.

Se diseñó un modelo de arquitectura que se acomodó para cumplir con los requerimientos funcionales descritos en 24 historias de usuario y no funcionales que fueron usabilidad, seguridad, procesamiento en tiempo real y desempeño.

Se implementaron los módulos de código siguiendo el modelo de arquitectura y los requerimientos levantados, documentando cada uno de estos tanto en la parte del frontend, como del backend.

Se validó el producto de software usando pruebas de integración a la aplicación para garantizar el correcto funcionamiento de cada requerimiento que se levantó. Se realizaron 24 pruebas de integración, las cuales fueron aprobadas en un 100%.

Stu-aid al ser una aplicación digital reduce la tendencia al uso de hojas y fichas que se tendría que utilizar en un sistema de repetición espaciada análogo, lo cual ayuda a la disminución de la huella ecológica.

Se incluyó una función que hace compatible la aplicación de Stu-aid con modo oscuro, la cual permite mejorar el consumo de energía de la aplicación ayudando a optimizar el uso de energía en el celular.

X. RECOMENDACIONES.

Aunque se culminó con el proyecto y los requerimientos establecidos, se puede decir que existe un camino abierto para implementar nuevas funcionalidades como, por ejemplo: el uso de notificaciones que le avisen al usuario de sus sesiones de estudio pendientes, o la ayuda de inteligencia artificial para generar las preguntas de un tema dado, la implementación de entrada de distintos formatos como video, imágenes y texto enriquecido para las flashcards, entre otros.

Todo esto es un trabajo que se propone a futuro si alguna persona está dispuesta a mejorar la aplicación de Stu-aid.

XI. REFERENCIAS.

- [1] P. C. Brown, "Make it stick," Harvard University Press, 2014, p. 329.
- [2] H. Ebbinghaus, "Memory: A Contribution to Experimental Psychology," Creative Media Partners, LLC, 2018.
- [3] M. Gomez, "Aplicación para memorizar usando repetición espaciada.," 2013. [Online]. Available: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsoai&AN=edsoai.on1133019066&lang=es&site=eds-live>. [Accessed 11 Septiembre 2022].
- [4] S. Haroon-Sulyman, "Client-Server Model," *Research Gate.*, pp. 67-69, 2014.