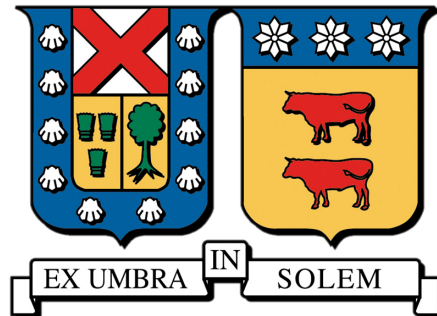


UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA  
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA  
VALPARAÍSO - CHILE



"Desarrollo del FrontEnd de Shefu: Aplicación de  
Aprendizaje Culinario Gamificado"

Carolina Josefa Cáceres Riveros

MEMORIA DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERA CIVIL TELEMÁTICA

PROFESOR GUÍA:

Mauricio Araya

PROFESOR CORREFERENTE:

Nicolas Jara

Enero 2026



## CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

### 1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

**Tipo de monografía (marcar una opción):**  Memoria o trabajo de título;  Tesis de Postgrado;

**Título del trabajo:** Desarrollo del FrontEnd de Shefu: Aplicación de Aprendizaje Culinario Gamificado

**Nombre del candidato(a):** Carolina Josefa Cáceres Riveros

**Carrera / Grado:** Ingeniería Civil Telemática

**Campus:** Casa Central Valparaíso; **Departamento:** Electrónica

### 2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Mauricio Araya, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución

### 3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL

El trabajo **NO contiene información que amerite confidencialidad** y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (embargo) por:

6 meses;  12 meses;  2 años;  3 años;  5 años;  10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

### 4.- FIRMAS

**Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:**

Fecha: 23/01/2026

; Firma:

**Estudiante o Candidato(a):**

Fecha: 20/01/2026

; Firma:

*Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.*

# Resumen

El aprendizaje culinario en el ámbito doméstico suele verse limitado por la falta de una guía estructurada y la ausencia de retroalimentación inmediata, lo que dificulta la adquisición efectiva de nuevas habilidades a través de métodos tradicionales. Esta memoria presenta el diseño y desarrollo del frontend de Shefu, una aplicación móvil orientada a transformar la enseñanza de la cocina mediante una experiencia interactiva y gamificada. El objetivo principal consistió en implementar una interfaz de usuario que facilite un flujo pedagógico intuitivo, permitiendo al usuario avanzar de manera progresiva y motivada en su proceso de aprendizaje.

Para el desarrollo de la solución, se utilizó el framework multiplataforma Flutter, lo que permitió crear una interfaz de alto rendimiento con una arquitectura modular y un diseño centrado en la experiencia del usuario (UX). La propuesta integra dinámicas de juego, tales como sistemas de niveles, insignias y clasificaciones, diseñadas para fomentar el compromiso y la permanencia del usuario. La metodología de validación se centró en evaluar la usabilidad de la herramienta y la percepción de los usuarios finales respecto a la claridad de las instrucciones y la fluidez de la navegación.

Los resultados obtenidos a partir de las pruebas con usuarios demuestran un alto nivel de aceptación, destacando la facilidad de uso del sistema y la efectividad del acompañamiento paso a paso durante la elaboración de preparaciones culinarias. Se concluye que el desarrollo de un frontend bajo principios de gamificación y un diseño visual coherente constituye una solución técnica factible y pedagógicamente valiosa. El proyecto valida que una interfaz intuitiva desarrollada con tecnologías modernas actúa como un facilitador crítico en la mediación de tareas prácticas, potenciando el aprendizaje autónomo en entornos cotidianos

**Palabras Clave:** Desarrollo Frontend, Flutter, Gamificación, Aprendizaje Culinario, Experiencia de Usuario (UX), Interfaz de Usuario (UI), Flujo Pedagógico.

# Abstract

Culinary learning in domestic environments is often limited by the lack of structured guidance and the absence of immediate feedback, which hinders the effective acquisition of new skills through traditional methods. This thesis presents the design and development of the Shefu frontend, a mobile application aimed at transforming culinary education through an interactive and gamified experience. The main objective was to implement a user interface that facilitates an intuitive pedagogical flow, allowing users to progress through their learning process in a progressive and motivated manner.

To develop this solution, the Flutter multiplatform framework was utilized, enabling the creation of a high-performance interface with a modular architecture and user experience (UX) focused design. The proposal integrates game dynamics, such as level systems, badges, and rankings, designed to foster user engagement and retention. The validation methodology focused on evaluating the tool's usability and the end-users' perception regarding the clarity of instructions and navigation fluidity.

The results obtained from user testing demonstrate a high level of acceptance, highlighting the system's ease of use and the effectiveness of the step-by-step guidance during meal preparation. It is concluded that the development of a structured frontend under gamification principles and a coherent visual design constitutes a technically feasible and pedagogically valuable solution. The project validates that an intuitive interface developed with modern technologies acts as a critical facilitator in mediating practical tasks, enhancing autonomous learning in everyday environments.

**Keywords:** Frontend Development, Flutter, Gamification, Culinary Learning, User Experience (UX), User Interface (UI), Pedagogical Flow.

# Agradecimientos

Esta memoria marca el cierre de seis años de carrera, un proceso largo y desafiante en el que muchas personas estuvieron presentes. Algunas acompañaron solo una parte del camino y otras permanecieron hasta el final, pero todas aportaron de alguna forma, ya que sin ellas esta etapa no habría sido la misma.

En primer lugar, quiero agradecer a mi familia. A mi mamá y a mi papá, por todo el apoyo, los esfuerzos y la preocupación constante durante toda la carrera. Su respaldo fue fundamental para poder seguir adelante incluso en los momentos más complejos. A mi hermano Ignacio y a mi cuñada Romy, por estar siempre presentes, apoyarme y ayudarme cuando lo necesité, siendo como mis segundos padres. A mi hermana Anto, por ser un refugio frente a las presiones, por acompañarme a crecer, compartir procesos y aprender juntas.

A mis amigas del voley, Inna, Consu, Rena, Fran, Sofi, Toñi, Ani, Feña y Cesar, por la amistad, el compañerismo y todos los momentos compartidos dentro y fuera de la cancha. El vóley fue un espacio clave para despejar la mente, mantener el equilibrio y encontrar motivación para continuar con la carrera. A mis amigos de Telemática, Javier, Chelo, Cony, Yoshi y Nachito, por iniciar juntos una nueva etapa, por todos los momentos de estrés, apoyo y compañerismo a lo largo de los ramos, y por acompañarnos mutuamente durante esta experiencia académica. Aunque hoy nuestros caminos no sean exactamente los mismos, gracias por estar ahí y por hacer este proceso más llevadero.

A los profesores que demostraron verdadera vocación por la enseñanza y que estuvieron dispuestos a orientar, apoyar y compartir sus conocimientos a lo largo de la carrera. A Acatec, por brindarme la oportunidad de conocer otras áreas, nuevas personas y experiencias que aportaron de forma significativa a mi formación académica y profesional.

Finalmente, quiero agradecerme a mí, por la perseverancia, por no rendirme por seguir adelante a pesar de las dificultades. Por ser resiliente.

# Índice general

<b>Resumen</b>	<b>3</b>
<b>Abstract</b>	<b>4</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>5</b>
<b>1 Introducción</b>	<b>9</b>
1.1 Contexto	9
1.2 Problema a Resolver	10
1.3 Acercamiento a la Solución	10
1.4 Hipótesis De Trabajo	11
1.5 Objetivos del Desafío	12
1.5.1 Objetivo General	12
1.5.2 Objetivos Específicos	12
1.6 Objetivos de la memoria	12
1.7 Estructura de la Memoria	13
<b>2 Estado del Arte</b>	<b>14</b>
2.1 Soluciones Existentes y Competidores	14
2.2 Herramientas y Métodos	16
2.3 Discusión	16
<b>3 Desarrollo de la Solución</b>	<b>19</b>
3.1 Análisis de Requerimientos	20
3.1.1 Requerimientos Funcionales	20
3.1.2 Requisitos no funcionales	22
3.2 Diseño	22
3.2.1 Módulos del Sistema	22
3.2.2 Tecnologías del sistema	27
3.2.3 Interacción entre módulos y tecnologías	28
3.3 Implementación	30

3.4 Pruebas Unitarias del Sistema	32
<b>4 Resultados y Validación</b>	<b>46</b>
4.1 Plan de Validación	46
4.1.1 Validación Interna	46
4.1.2 Validación Externa	54
4.2 Discusión	59
<b>5 Conclusiones y Trabajo Futuro</b>	<b>63</b>
5.1 Conclusiones	63
5.2 Trabajo Futuro	64
<b>Referencias</b>	<b>65</b>

## Índice de figuras

3.1 Diagrama de tecnologías del sistema	28
3.2 Diagrama de interacción entre módulos	29
3.3 Diagrama de flujo	32
3.4 Prueba inicio de sesión con validación de campos	34
3.5 Prueba de registro con validación de campos	34
3.6 Prueba visualización de datos de usuario	35
3.7 Prueba edición foto de perfil	35
3.8 Prueba carga de depensa de usuario	35
3.9 Prueba flujo de quiz	36
3.10 Prueba resultado de quiz	36
3.11 Prueba Carga de recetas	37
3.12 Prueba filtrado de recetas	37
3.13 Prueba Card de recetas	37
3.14 Prueba de paso de la receta	38
3.15 Prueba paso tomar foto	39
3.16 Prueba indicaciones	39
3.17 Prueba de carga de Camara	39
3.18 Prueba Quiz final	40
3.19 Añadir pregunta quiz final	40

3.20 Prueba de resumen final de puntaje	42
3.21 Prueba medallas	43
3.22 Prueba Ranking	43
3.23 Prueba de Tienda	43
3.24 Prueba de historial de recetas	44
4.4 Saltear	48
4.5 Pelar	48
4.6 Cocinar	48
4.1 Batir	48
4.2 Cortar	48
4.3 Hornear	48
4.7 Recetas	52
4.8 Tienda	52
4.9 Ranking	52
4.10 Perfil	53
4.11 Chequeo Ingredientes	53
4.12 Historial de Recetas	53
4.13 Resultados promedio de la evaluación de usuario sobre el flujo pedagógico y la gamificación	55
4.14 Resultados promedio de validación externa de la Interfaz de Usuario	57
4.15 Distribución de puntajes de satisfacción general	57

## Índice de cuadros

1.1 Objetivos específicos del proyecto SHEFU.	12
3.1 Requisitos funcionales del sistema Shefu	21
3.2 Requisitos no funcionales del sistema SHEFU	22
4.1 Tiempos promedio de carga y respuesta por flujo de la aplicación	53

# Capítulo 1

## Introducción

### 1.1. Contexto

Actualmente la enseñanza culinaria enfrenta el desafío de ofrecer contenidos que se adapten a las circunstancias reales de cada persona. Los cursos presenciales requieren inversiones muy grandes de tiempo y dinero, mientras que los tutoriales en línea, por muy detallados que sean, no contemplan los utensilios, ingredientes o limitaciones del entorno doméstico, ni la cultura de sus usuarios. Como consecuencia, el proceso de aprender a cocinar suele volverse genérico, con escasa retroalimentación en tiempo real y sin dinámicas motivadoras que promuevan la constancia o el desarrollo progresivo.

En este contexto, el aprendizaje culinario en entornos digitales, también presenta sus propios desafíos que trascienden lo meramente pedagógico, involucrando aspectos tecnológicos, de interacción y de infraestructura. Aunque en los últimos años han surgido múltiples aplicaciones móviles orientadas a la cocina, la mayoría de ellas se limita a ofrecer recetarios digitales o comunidades de intercambio de contenido gastronómico. Estas soluciones carecen de mecanismos de evaluación inmediata que permitan al usuario identificar errores y mejorar su desempeño, así como de estructuras que fomenten la progresión en su aprendizaje.

En respuesta a estas limitaciones, surge SHEFU, una propuesta que integra un enfoque pedagógico innovador con una base tecnológica robusta. La aplicación busca ofrecer una experiencia de aprendizaje personalizada mediante la combinación de inteligencia artificial, gamificación y una metodología guiada por un chef experto. A través de una arquitectura que soporta la integración de componentes interactivos, algoritmos de

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

visión por computadora y elementos de gamificación, SHEFU promueve una experiencia inmersiva que adapta las recetas a los recursos, nivel de experiencia y contexto de cada usuario. Esta sinergia entre lo pedagógico y lo tecnológico no solo enriquece la interacción y la motivación del usuario, sino que también garantiza la escalabilidad, la seguridad de los datos personales y la posibilidad de expansión hacia nuevos entornos educativos y geográficos.

### 1.2. Problema a Resolver

El problema central que aborda este trabajo radica en cómo diseñar e implementar una aplicación móvil capaz de integrar de manera coherente y eficiente diversos componentes funcionales orientados al aprendizaje culinario. Por un lado, los usuarios enfrentan barreras pedagógicas: la oferta educativa actual no considera los utensilios, ingredientes o contextos de cada cocina, ni la diversidad cultural de los usuarios; además, carece de mecanismos de retroalimentación inmediata que permitan corregir errores en el momento y de sistemas que fomenten la motivación progresiva, lo que limita la continuidad y el desarrollo de habilidades.

Por otro lado, existen desafíos técnicos importantes: el sistema debe combinar guías interactivas, almacenamiento seguro de información, módulos de evaluación basados en visión computacional y elementos de gamificación, asegurando que todos estos componentes funcionen de manera integrada en dispositivos móviles con distintos niveles de hardware y conectividad. Además, es fundamental garantizar la protección de los datos personales y construir una arquitectura escalable que permita agregar nuevas funcionalidades sin afectar la estabilidad o la experiencia del usuario.

En conjunto, el problema a resolver implica ofrecer un aprendizaje culinario personalizado, interactivo y motivador, mientras se desarrolla una infraestructura técnica robusta y eficiente que soporte todas las funcionalidades de la aplicación.

### 1.3. Acercamiento a la Solución

Para enfrentar los problemas identificados, Veglez Snacks propone el desafío: *"¿Cómo crear una experiencia de aprendizaje culinario innovadora que combine inteligencia artificial, gamificación y dispositivos móviles, con el fin de motivar a los usuarios a*

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

*desarrollar habilidades de cocina de manera estructurada y entretenida?"*

En respuesta a este desafío surge SHEFU, concebido como un sistema integral de aprendizaje culinario que transforma el proceso de cocinar en una experiencia interactiva y gamificada.

En su capa de presentación, la aplicación móvil acompaña al usuario desde el registro de ingredientes y utensilios hasta la finalización de cada receta, entregando instrucciones claras en cada etapa y recopilando imágenes del plato preparado. Además, incorpora elementos de gamificación y personalización, adaptando las recetas y los retos según el nivel, los recursos y las preferencias de cada usuario. Esta interfaz, desarrollada en Flutter con soporte de React [15], se centra en la experiencia del usuario, con componentes interactivos, menús intuitivos y navegación fluida que facilita el aprendizaje y mantiene la motivación constante.

Aunque el sistema integra funcionalidades complejas como visión por computadora, gamificación y almacenamiento en bases de datos, en esta memoria se enfatiza el desarrollo del frontend, asegurando que la interfaz sea amigable, responsiva y capaz de reflejar dinámicamente la información proveniente de los distintos módulos del sistema. De esta manera, SHEFU combina personalización, interactividad y seguimiento del progreso, ofreciendo una experiencia de aprendizaje más atractiva y efectiva que las soluciones existentes.

### 1.4. Hipótesis De Trabajo

Una aplicación móvil desarrollada en Flutter [15], integrada con servicios en la nube mediante Firebase [1] y con capacidades de análisis automático a través de TensorFlow Lite [11], y diseñada bajo una arquitectura modular centrada en la experiencia del usuario, permite implementar un sistema robusto que ofrece retroalimentación automática y soporta mecanismos de gamificación. Esta arquitectura facilita la construcción de una interfaz dinámica, intuitiva, interactiva y responsiva, con pantallas coherentes, flujos de navegación claros y componentes que permiten la visualización detallada de cada paso, la carga de fotografías del plato final, y el seguimiento continuo del avance culinario. En conjunto, estos elementos contribuyen a mejorar la comprensión, la motivación y la progresión de los usuarios durante el aprendizaje de recetas dentro de la aplicación.

---

<sup>1</sup><https://firebase.google.com/?hl=es-419>

## 1.5. Objetivos del Desafío

### 1.5.1. Objetivo General

Mejorar las habilidades culinarias del público general a través de un proceso de aprendizaje progresivo y adaptado a distintos niveles de conocimiento, mediante una aplicación móvil inteligente que integra aprendizaje automático, gamificación y retroalimentación guiada, para que los usuarios aprendan a cocinar con mayor confianza, autonomía y creatividad

### 1.5.2. Objetivos Específicos

Los objetivos específicos definidos para el proyecto se resumen en la siguiente tabla

N°	Objetivo Específico
1	Desarrollar la arquitectura general de la aplicación, integrando cliente móvil, procesamiento en la nube y persistencia de datos.
2	Implementar un flujo pedagógico con recetas guiadas, retroalimentación visual y elementos de gamificación.
3	Entrenar y ajustar un modelo de visión computacional capaz de evaluar imágenes de preparaciones culinarias.
4	Validar la usabilidad de la aplicación mediante pruebas con usuarios y métricas de retención y motivación.
5	Desarrollar la interfaz de usuario en Flutter, garantizando accesibilidad y consistencia visual.
6	Integrar Firebase para la gestión de autenticación, sesiones y almacenamiento en la nube.
7	Realizar pruebas unitarias y de integración para asegurar robustez en los módulos implementados.

Cuadro 1.1: Objetivos específicos del proyecto SHEFU.

## 1.6. Objetivos de la memoria

En esta memoria, los objetivos abordados corresponden a los objetivos 2 y 5 del proyecto general. En particular, se desarrolla la implementación de un flujo pedagógico

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

estructurado, compuesto por recetas guiadas de manera clara, comprensible y secuencial, acompañado de retroalimentación visual rápida y pertinente, junto con elementos de gamificación diseñados para aumentar la motivación, mantener la continuidad del aprendizaje y fomentar la permanencia del usuario en la aplicación.

Asimismo, se aborda el diseño e implementación de la interfaz de usuario en Flutter, asegurando criterios de accesibilidad, consistencia visual, intuitividad, legibilidad y dinamismo, con el fin de garantizar una experiencia de uso fluida y coherente en todos los módulos de la aplicación.

Estos objetivos representan el aporte específico de esta memoria, centrado en optimizar la interacción del usuario a través de una interfaz sólida y orientada a la experiencia, permitiendo que el proceso de aprendizaje culinario resulte más claro, atractivo, motivador y eficiente.

### **1.7. Estructura de la Memoria**

Este documento se organiza de la siguiente manera: el Capítulo 2 presenta el estado del arte, revisando soluciones existentes y herramientas utilizadas. El Capítulo 3 describe el desarrollo de la solución con énfasis en el diseño e implementación del FrontEnd de la aplicación. El Capítulo 4 aborda los resultados, la validación de la hipótesis, objetivos y preguntas de investigación mediante pruebas y métricas. Finalmente, el Capítulo 5 expone las conclusiones obtenidas y el trabajo futuro proyectado.

# Capítulo 2

## Estado del Arte

### 2.1. Soluciones Existentes y Competidores

El desarrollo de soluciones digitales en cocina ha avanzado en ámbitos como la personalización de recetas, la visión por computador aplicada a platos y la gamificación del proceso de aprendizaje. Sin embargo, aún no existe una solución que combine de manera integrada estas dimensiones con un enfoque educativo, como propone SHEFU.

En cuanto a experiencias de usuario gamificadas, destaca Zest, una aplicación que transforma el aprendizaje culinario en una progresión estructurada con niveles, desafíos y recompensas, reforzando la motivación intrínseca mediante elementos lúdicos [1]. Estudios sobre gamificación en educación han validado esta estrategia como efectiva para aumentar el compromiso del usuario y favorecer el aprendizaje continuo en entornos prácticos [8, 10].

En el área de personalización de contenidos culinarios mediante IA, SideChef ha incorporado algoritmos capaces de generar recetas desde fotografías, ajustando automáticamente los ingredientes a restricciones o preferencias del usuario [2]. Aplicaciones como Yummly e Innit han explorado esta línea mediante perfiles de sabor personalizados, conectividad con dispositivos inteligentes y sugerencias contextuales basadas en el historial culinario [3, 9, 14]. Si bien estas plataformas permiten cierta adaptación, no abordan la enseñanza como proceso progresivo ni incluyen validación visual activa por parte del sistema.

Respecto a la asistencia inteligente y adaptativa, IBM ha registrado una patente que

## CAPÍTULO 2. ESTADO DEL ARTE

contempla la generación dinámica de recetas según los recursos del usuario y su historial, integrando sensores y una interfaz instructiva como soporte continuo durante la preparación [4]. June Life, por su parte, plantea un sistema de evaluación visual que compara la imagen objetivo con la real del alimento, validando la posibilidad de retroalimentación automatizada sin intervención durante el proceso [5].

La visión artificial aplicada al reconocimiento de ingredientes en imágenes finales ha sido explorada en investigaciones como MIRecipe [6], un dataset diseñado para entrenar modelos que identifican los componentes de un plato a partir de su apariencia terminada. Este tipo de recurso técnico permite estructurar algoritmos de retroalimentación visual en SHEFU sin depender de supervisión paso a paso. Herramientas como TensorFlow Lite permiten implementar dichos modelos directamente en el dispositivo móvil, habilitando análisis de imágenes sin conexión a internet ni procesamiento en servidores externos [11].

Desde el punto de vista pedagógico, Marinescu et al. han abordado el diseño de sistemas de tutoría inteligente adaptados a tareas prácticas, donde el sistema ajusta sus sugerencias y contenidos en tiempo real según el desempeño observado [7]. Esta lógica de retroalimentación contextual y progresiva respalda la propuesta de un árbol de recetas personalizado que varíe según los resultados y el nivel del usuario. Además, estudios recientes han explorado el uso de visión por computador para evaluar la calidad visual de platos, incluyendo la detección de errores comunes como quemado, sobrecocción o presentación desordenada [12, 13].

A nivel técnico, frameworks como Flutter y servicios como Firebase permiten desarrollar aplicaciones móviles multiplataforma con soporte para procesamiento local de imágenes, integración de cámaras, notificaciones y visualización interactiva del progreso [15]. Estas tecnologías habilitan un entorno de desarrollo eficiente y escalable para construir la solución que SHEFU plantea, sin limitar la experiencia a un solo sistema operativo.

En conjunto, estos desarrollos muestran que existen elementos tecnológicos, pedagógicos y visuales que pueden combinarse para construir un sistema de aprendizaje culinario adaptativo. SHEFU busca precisamente integrar estas dimensiones en una solución móvil orientada a guiar, motivar y evaluar al usuario en su progreso culinario desde su propio contexto.

## 2.2. Herramientas y Métodos

Para la creación de SHEFU se seleccionaron herramientas y metodologías que permiten construir una aplicación móvil multiplataforma capaz de integrar inteligencia artificial y servicios en la nube, con énfasis en la modularidad, escalabilidad y facilidad de mantenimiento. En el desarrollo del frontend se emplea el framework Flutter, que facilita la compatibilidad nativa con Android e iOS mediante una única base de código. Esta elección agiliza el ciclo de desarrollo, disminuye los costos de mantenimiento y asegura un rendimiento gráfico adecuado en dispositivos móviles, gracias a su sistema de widgets y a su motor de renderizado eficiente.

Para la gestión de datos y la autenticación de usuarios se utiliza Firebase, una plataforma en la nube que combina servicios de autenticación, almacenamiento y sincronización en tiempo real. Esta solución se adoptó por su capacidad de ofrecer un backend administrado, eliminando la necesidad de servidores propios y proporcionando una infraestructura flexible con escalabilidad automática según la demanda. Su integración con Flutter permite implementar funcionalidades de registro, inicio de sesión y manejo de información persistente de manera sencilla, sin comprometer la seguridad de los datos de los usuarios.

En el ámbito del procesamiento inteligente y análisis de datos, se emplea TensorFlow Lite para la ejecución de modelos de visión computacional directamente en dispositivos móviles, reduciendo la dependencia de conexión a internet y minimizando la latencia en la evaluación de imágenes.

Finalmente, la arquitectura de SHEFU se basa en principios de modularidad y separación de responsabilidades, garantizando una comunicación efectiva entre los diferentes módulos y proporcionando una base sólida para futuras ampliaciones o mejoras del sistema.

## 2.3. Discusión

La elección de herramientas y frameworks para el desarrollo de SHEFU se basó en la necesidad de equilibrar rendimiento, facilidad de desarrollo y compatibilidad multiplataforma. Para la capa de frontend, se evaluaron alternativas como React Native <sup>1</sup> y

---

<sup>1</sup><https://reactnative.dev/>

## CAPÍTULO 2. ESTADO DEL ARTE

Kotlin Multiplatform <sup>[2]</sup>, pero se optó por Flutter <sup>[3]</sup> debido a su madurez, la posibilidad de compilación nativa y la consistencia visual entre diferentes sistemas operativos. A diferencia de otras tecnologías híbridas, Flutter posee un motor de renderizado propio que reduce la dependencia de componentes nativos, favoreciendo un rendimiento gráfico estable y predecible <sup>[15]</sup> .

En cuanto al backend y la gestión de datos, se analizaron opciones como servidores propios en Node.js o Django <sup>[4]</sup>, así como servicios en la nube tipo AWS<sup>[5]</sup> o Google Cloud Platform <sup>[6]</sup>. Sin embargo, Firebase <sup>[7]</sup> se eligió por su integración directa con Flutter <sup>[15]</sup> y su enfoque *Backend as a Service (BaaS)*, que simplifica la operación y disminuye los costos de mantenimiento.

Para el procesamiento de imágenes y visión por computadora, se consideraron librerías como OpenCV <sup>[8]</sup> y PyTorch Mobile <sup>[9]</sup>, decantándose finalmente por TensorFlow Lite <sup>[10]</sup> por su optimización para dispositivos móviles, compatibilidad con modelos estándar de TensorFlow y capacidad de ejecución local <sup>[11]</sup> .

En conjunto, estas decisiones tecnológicas procuran un balance entre robustez técnica y viabilidad de desarrollo. La combinación de Flutter, Firebase y TensorFlow Lite ofrece un ecosistema coherente y mantenible, que soporta la propuesta pedagógica de SHEFU sin requerir infraestructura compleja, permitiendo centrar los esfuerzos en el diseño de la experiencia de aprendizaje y la validación funcional del sistema.

A diferencia de aplicaciones populares como Tasty <sup>[14]</sup> o Kitchen Stories <sup>[11]</sup>, que actúan principalmente como repositorios de recetas, SHEFU se posiciona como una herramienta de aprendizaje activo. Su innovación principal radica en integrar un aprendizaje progresivo y personalizado con retroalimentación inmediata y visual. El sistema genera un itinerario estructurado que adapta las recetas al nivel de habilidad y recursos de cada usuario, complementado por la evaluación automática del plato final mediante visión por computadora. Este feedback es fundamental para corregir errores y consolidar técnicas, ofreciendo un valor que las plataformas existentes no proporcionan.

---

<sup>2</sup><https://kotlinlang.org/docs/multiplatform.html>

<sup>3</sup><https://flutter.dev/>

<sup>4</sup><https://www.djangoproject.com/>

<sup>5</sup>[https://aws.amazon.com/es/?nc2=h\\_home&refid=6c0b8cdf-b523-4e95-a5aa-a14c6663e332](https://aws.amazon.com/es/?nc2=h_home&refid=6c0b8cdf-b523-4e95-a5aa-a14c6663e332)

<sup>6</sup><https://cloud.google.com/>

<sup>7</sup><https://firebase.google.com/?hl=es-419>

<sup>8</sup><https://opencv.org/>

<sup>9</sup><https://pytorch.org/>

<sup>10</sup><https://www.tensorflow.org/?hl=es-419>

<sup>11</sup><https://www.kitchenstories.com/en>

## CAPÍTULO 2. ESTADO DEL ARTE

Para completar la experiencia, todo el proceso de aprendizaje se enmarca dentro de una capa de gamificación. Niveles, puntos, recompensas e insignias transforman la práctica culinaria en una experiencia lúdica, incentivando la constancia y el desarrollo de habilidades a largo plazo. Así, SHEFU se convierte en un tutor culinario personalizado que guía, evalúa y motiva al usuario, cubriendo una necesidad significativa en el ecosistema de aplicaciones de cocina.

## Capítulo 3

# Desarrollo de la Solución

El desarrollo de SHEFU se llevó a cabo mediante un proceso iterativo que integró análisis, diseño, implementación y validación continua, con el propósito de construir una aplicación móvil funcional, clara y pedagógicamente efectiva. Desde la perspectiva de esta memoria, el foco principal estuvo en la construcción de la interfaz de usuario y en la estructuración del flujo pedagógico de las recetas, asegurando que ambos trabajaran de forma integrada y reforzaran la experiencia de aprendizaje culinario. Esto implicó definir los flujos de navegación, diseñar pantallas funcionales y estéticamente consistentes, incorporar elementos de gamificación y asegurar que cada interacción del usuario fuera clara sobre el estado de la receta, el avance en cada paso y el nivel de logro alcanzado.

Para estos se realizó un proceso de preparación y depuración de los datos de recetas, incluyendo la limpieza, reorganización y estandarización de instrucciones, ingredientes y acciones culinarias. Este trabajo permitió alimentar los módulos pedagógicos con información estructurada, garantizando que las instrucciones mostradas al usuario fueran completas, comprensibles y acordes al nivel de dificultad propuesto.

Asimismo, se desarrolló la integración entre la interfaz y los servicios necesarios para mantener el avance del usuario, actualizar estados y presentar retroalimentación visual oportuna. Esta capa de integración fue clave para materializar el objetivo pedagógico: asegurar que la experiencia no fuera solo visualmente coherente, sino también interactiva, progresiva y retroalimentada.

Las siguientes secciones describen las etapas técnicas que permitieron materializar estos objetivos, abordando desde la preparación del contenido hasta la construcción de los

módulos interactivos que componen la aplicación.

### 3.1. Análisis de Requerimientos

La especificación de los requisitos funcionales y no funcionales constituye el fundamento para el diseño técnico de SHEFU. Durante esta fase se determinaron las funcionalidades clave del sistema, así como las condiciones necesarias para su correcto funcionamiento. El levantamiento de requisitos se llevó a cabo teniendo en cuenta tanto la experiencia deseada por los usuarios como las restricciones técnicas del entorno móvil, asegurando que se prioricen la escalabilidad, la eficiencia y la seguridad del sistema.

#### 3.1.1. Requerimientos Funcionales

Código	Descripción del Requisito Funcional
RF01	El sistema debe permitir a nuevos usuarios crear una cuenta mediante una interfaz clara e intuitiva.
RF02	El sistema debe permitir iniciar y cerrar sesión mediante elementos visuales simples y fácilmente identificables.
RF03	El sistema debe presentar un cuestionario inicial con diseño claro y secuencial para evaluar el nivel culinario.
RF04	El sistema debe mostrar el nivel inicial asignado mediante una presentación visual clara.
RF05	El sistema debe actualizar y mostrar el nivel del usuario según su desempeño mediante indicadores visuales de progreso.
RF06	El sistema debe mostrar recetas adaptadas al nivel y preferencias mediante tarjetas o listas visuales navegables.
RF07	El sistema debe permitir filtrar recetas mediante controles visuales simples .
RF08	El sistema debe guiar al usuario paso a paso en la receta mediante una interfaz clara y secuencial.

### CAPÍTULO 3. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

<b>Código</b>	<b>Descripción del Requisito Funcional</b>
RF09	El sistema debe incluir imágenes o contenido audiovisual en cada paso de la receta.
RF10	El sistema debe permitir iniciar, avanzar, retroceder y finalizar una receta mediante botones intuitivos.
RF11	El sistema debe permitir subir imágenes del plato final mediante un componente visual claro.
RF12	El sistema debe mostrar retroalimentación visual inmediata al analizar las imágenes cargadas.
RF13	El sistema debe presentar un cuestionario final claro y fácil de responder.
RF14	El sistema debe mostrar el puntaje final combinando resultados del cuestionario y los otorgados por la visión computacional.
RF15	El sistema debe mostrar puntos ganados mediante indicadores visuales o animaciones breves.
RF16	El sistema debe mostrar insignias obtenidas mediante representaciones gráficas claras.
RF17	El sistema debe mostrar el avance de niveles mediante barras o indicadores visuales de progreso.
RF18	El sistema debe mostrar un historial visual del progreso, puntos, insignias y evolución del usuario.

Cuadro 3.1: Requisitos funcionales del sistema Shefu

### 3.1.2. Requisitos no funcionales

Código	Descripción del Requisito No Funcional
RNF1	El sistema debe funcionar correctamente en dispositivos Android e iOS, manteniendo consistencia visual y de navegación.
RNF2	Las pantallas y acciones deben responder en menos de 5 segundos, mostrando indicadores visuales de carga cuando corresponda.
RNF3	La interfaz debe ser responsiva, intuitiva y accesible, ofreciendo una experiencia adecuada para usuarios con poca experiencia tecnológica o culinaria.
RNF4	El sistema debe incluir tutoriales o ayudas visuales para facilitar el onboarding y el uso de las funcionalidades principales.
RNF5	La interfaz debe asegurar la correcta visualización y manejo de información sensible, evitando exposición innecesaria de datos del usuario.
RNF6	La aplicación debe cumplir con lineamientos generales de diseño y buenas prácticas exigidas por las tiendas oficiales de aplicaciones.

Cuadro 3.2: Requisitos no funcionales del sistema SHEFU

## 3.2. Diseño

El sistema SHEFU sigue un modelo cliente-servidor, donde la aplicación móvil actúa como el cliente y representa la principal contribución de esta memoria. Esta etapa incluye el diseño, construcción e implementación de la interfaz de usuario, junto con la integración de los distintos módulos funcionales de la aplicación. Por su parte, el backend funciona como el servidor, encargado de proveer los datos, gestionar la lógica necesaria y dar soporte a las operaciones que la aplicación requiere para su funcionamiento.

### 3.2.1. Módulos del Sistema

La aplicación se estructura en distintos módulos funcionales, cada uno encargado de una parte específica del flujo pedagógico y de la experiencia de usuario. Esta organización permite mantener una lógica clara, una navegación ordenada y una interacción consistente en toda la plataforma. A continuación, se presentan los módulos que conforman el sistema

### AUT — Autenticación

Gestiona el acceso de los usuarios mediante un proceso de registro intuitivo, validación de datos y un flujo de inicio y cierre de sesión fácil de usar. Asegura una experiencia fluida y coherente en el primer contacto con la aplicación.

#### **Incluye:**

- Pantalla de bienvenida: Primer contacto con la aplicación, ofrece al usuario iniciar sesión o registrarse.
- Pantalla de registro: Formulario que permite al usuario crear una cuenta en la aplicación con las validaciones de datos respectivas para cada parámetro.
- Pantalla de inicio de sesión: Ingreso de datos para autenticar al usuario.

### EVI — Evaluación Inicial

Presenta un cuestionario claro y fácil de seguir que permite determinar el nivel inicial del usuario: Básico, Intermedio o Avanzado, cada uno dividido en tres subniveles. Al finalizar, muestra de forma visual y comprensible el nivel asignado según sus respuestas.

#### **Incluye:**

- Bienvenida a la app: Explicación de en qué consiste la aplicación y consulta al usuario si desea realizar el quiz o pasar directamente a cocinar.
- Cuestionario inicial: Preguntas de alternativas, de menor a mayor complejidad, con diversos puntajes que permiten determinar el nivel del usuario.
- Resultados: Ventana que muestra de manera clara el nivel, subnivel y puntaje obtenido, además de una barra de progreso hacia el siguiente nivel.

### REC - Recomendación y Exploración de Recetas

Catálogo de recetas que facilita la búsqueda y exploración mediante una interfaz visual basada en tarjetas, buscador y filtros, permitiendo al usuario descubrir contenido culinario adaptado a su nivel y preferencias.

#### **Incluye:**

- Catálogo principal de recetas: Recetas filtradas por el nivel del usuario, mostradas mediante tarjetas con nombre, imagen y nivel.
- Buscador y filtros por categoría: Permite buscar por nombre y filtrar según las categorías creadas (p. ej., plato principal, postres y dulces).

### PAS — Ejecución de Receta Paso a Paso

Guía al usuario durante la preparación de una receta mediante una interfaz secuencial que muestra cada paso con instrucciones claras y apoyo visual. Permite avanzar, retroceder y controlar el ritmo de la sesión.

#### **Incluye:**

- Detalle de la receta: Muestra ingredientes, tiempo de preparación y nivel antes de iniciar.
- Chequeo de ingredientes: Se autocompletan los ingredientes que el usuario tiene en su despensa y debe marcar los faltantes.
- Ventana secuencial: Indica el paso actual, la cantidad total, el progreso y tiempo de la sesión.
- Contenido audiovisual: Ícono representativo de la acción principal asociada al paso.
- Controles: Opciones para avanzar, retroceder y finalizar la sesión.

### VIS — Captura y Evaluación Visual

Permite al usuario capturar imágenes del plato final para su análisis mediante visión por computadora.

#### **Incluye:**

- **Indicaciones:** Instrucciones de cómo tomar la fotografía dentro de un encuadre.
- Botón de captura de imagen.
- **Advertencias:** Mensajes ante imágenes incorrectas o no relacionadas con la receta realizada.
- **Información:** Estados sobre el procesamiento de la imagen y la finalización del análisis.
- **Invitación:** Si la receta no cuenta con modelo entrenado, se consulta al usuario si desea contribuir enviando su imagen.

### EVF — Evaluación Final

Evalúa el aprendizaje obtenido mediante un breve cuestionario final que refuerza los conceptos vistos durante la preparación.

#### **Incluye:**

- **Cuestionario final:** Preguntas de tres alternativas relacionadas con la receta realizada.

### ★ PUN — Puntuación y Retroalimentación Global

Encargado de mostrar e integrar los resultados de la receta, el análisis visual y el cuestionario final para ofrecer un puntaje global con elementos visuales que facilitan su interpretación.

#### **Incluye:**

- Ventana de resultados: Muestra los puntos obtenidos en la receta, visión (si aplica) y quiz final.
- Nivel actualizado: Indica el nivel tras sumar el puntaje obtenido y el progreso hacia el siguiente.
- Logros: Al completar algún requisito, se añade una medalla visual correspondiente al logro alcanzado.

### 👤 PER — Perfil de Usuario

Permite al usuario actualizar su información personal, preferencias culinarias, despensa de ingredientes y consultar aspectos relevantes de su experiencia en la app.

#### **Incluye:**

- Datos del usuario: Credenciales, nivel, puntaje actual y progreso.
- Imagen de perfil editable.
- Medallas: Logros obtenidos.
- Despensa: Permite ingresar y gestionar los ingredientes disponibles del usuario.
- Accesos: Historial, evaluación de imágenes y cierre de sesión.

### GAM — Gamificación

Incorpora mecánicas de motivación como puntos, insignias y niveles para incrementar el compromiso del usuario. Cada logro se presenta mediante elementos gráficos claros y atractivos.

#### **Incluye:**

- Puntos o estrellas: Ganados al finalizar recetas; permiten comprar artículos en la tienda.
- Sistema de insignias y logros: Se otorgan medallas al cumplir ciertos requisitos, p. ej., “Pastelero” por realizar 10 recetas de la categoría Postres y Dulces.
- Indicadores visuales de nivel y progreso: Barras de progreso en perfil y resultados.
- Tienda: Venta de artículos personalizables para el perfil.
- Rankings: Ventana que muestra un ranking de usuarios según su nivel actual.

### HIS — Historial y Progreso

Registra y presenta de manera visual la evolución del usuario, incluyendo sus recetas completadas y logros alcanzados.

#### **Incluye:**

- Historial de recetas completadas.
- Logros obtenidos.

### 3.2.2. Tecnologías del sistema

El diagrama [3.1](#) presentado resume de forma general las tecnologías empleadas y la relación entre los distintos componentes que conforman la solución.

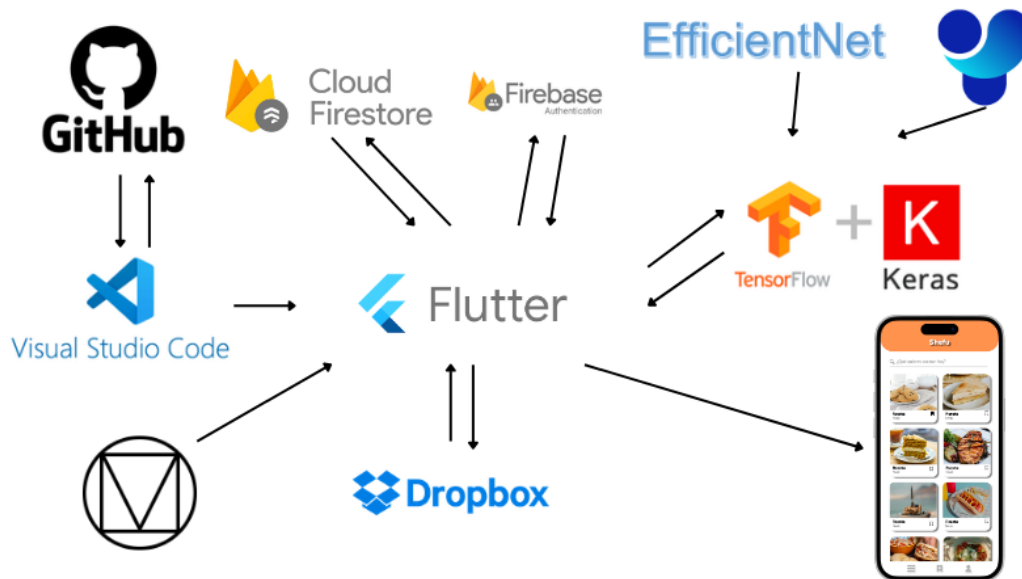


Figura 3.1: Diagrama de tecnologías del sistema

El desarrollo de la aplicación móvil se realizó utilizando Flutter como framework principal, apoyado por el lenguaje Dart en su versión estable. La comunicación con la nube se gestionó mediante Firebase, donde actualmente se encuentran almacenadas todas las recetas y la información del usuario. El proyecto mantiene una estructura modular dentro del repositorio en GitHub, organizada en pantallas, servicios y modelos que permiten una mantención clara y escalable del código.

### 3.2.3. Interacción entre módulos y tecnologías

La interacción entre los módulos se desarrolla íntegramente dentro de la aplicación Flutter, que actúa como capa integradora de navegación, lógica visual y comunicación con Firebase. Cada módulo cumple una función específica, pero su valor emerge de la coordinación entre pantallas, servicios y el almacenamiento en la nube. Firebase provee la autenticación, los datos persistentes de recetas y el historial del usuario, mientras que TensorFlow Lite permite procesar localmente las imágenes enviadas para retroalimentación visual. La relación global entre los módulos descritos se explica en la figura [3.2](#) a continuación:

## CAPÍTULO 3. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

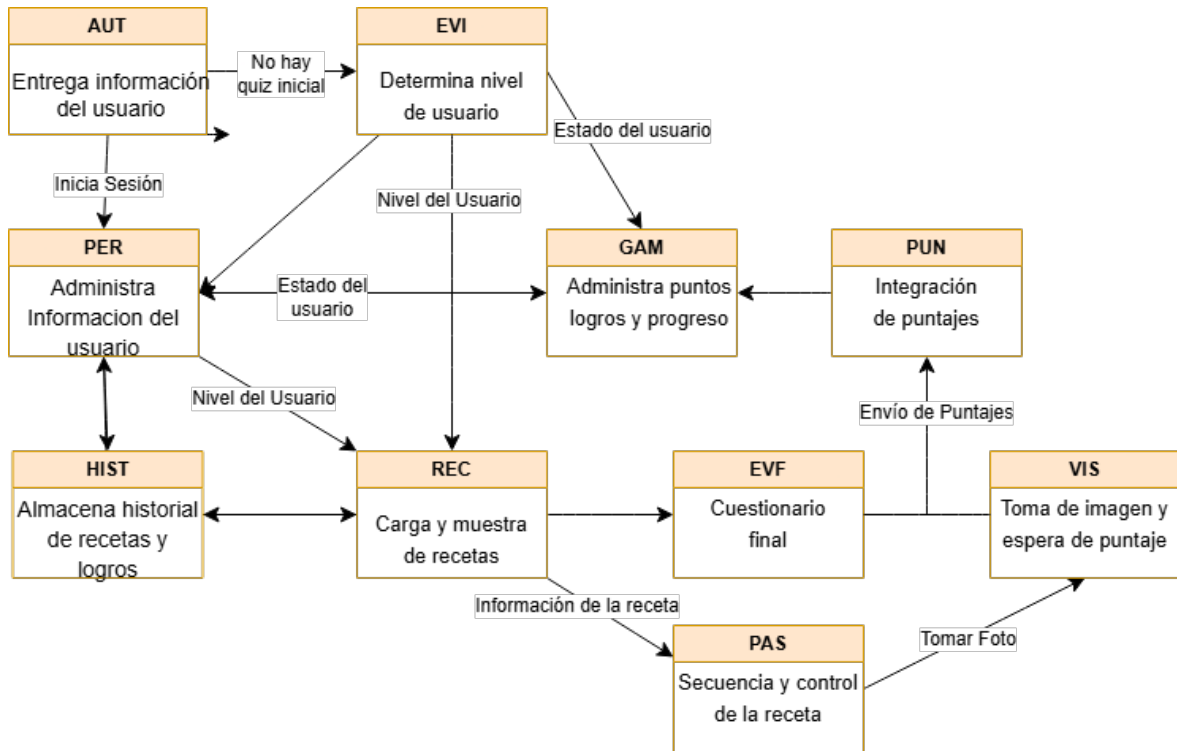


Figura 3.2: Diagrama de interacción entre módulos

- **AUT** gestiona el ingreso del usuario a la aplicación. Una vez autenticado, entrega la información básica necesaria para que **PER** y **EVI** inicialicen sus vistas y servicios asociados desde Firebase.
- **PER** administra la información personal del usuario y sus preferencias culinarias. Comparte estos datos con **REC**, que los utiliza para filtrar y personalizar las recetas, y con **GAM**, que ajusta elementos visuales y de progreso según el estado actual del usuario.
- **EVI** determina el nivel inicial del usuario mediante un cuestionario. Este nivel es enviado a **REC** para ajustar la dificultad de las recetas mostradas y a **GAM** para definir el punto de partida en el sistema de logros.
- **REC** obtiene desde Firebase el catálogo completo de recetas y genera en Flutter las vistas organizadas por filtros, nivel y preferencias. Cuando una receta es seleccionada, envía toda la información estructurada a **PAS** para comenzar la preparación.
- **PAS** presenta los pasos secuenciales de la receta y permite controlar la experiencia de ejecución. Cuando el usuario decide enviar una imagen para evaluación,

## CAPÍTULO 3. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

**PAS** la entrega a **VIS** y recibe la retroalimentación que se mostrará inmediatamente en pantalla.

- **VIS** toma la imagen del usuario, espera el resultado del modelo TensorFlow Lite y retorna el puntaje a **PUN**, donde se consolida el resultado final.
- **EVF** aplica un cuestionario final al concluir la receta y envía sus resultados directamente a **PUN** para complementar la retroalimentación global.
- **PUN** integra las evaluaciones visuales provenientes de **VIS** con las respuestas del cuestionario final obtenido en **EVF**, generando un puntaje comprensible para el usuario. Luego comparte esta información con **GAM** para actualizar logros y con **HIS** para registrar el resultado.
- **GAM** administra puntos, insignias y progreso gamificado. Recibe actualizaciones de **PUN**, ajusta la interfaz correspondiente y sincroniza este estado con **PER** para mantener coherencia entre módulos.
- **HIS** almacena el historial completo de recetas logros alcanzados. Proporciona esta información de vuelta a **REC**, **GAM** y **PER** para enriquecer la navegación y personalización en sesiones futuras.

Con esta estructura, Flutter funciona como la capa que unifica la navegación, interfaz y lógica interactiva.

### 3.3. Implementación

El proceso de desarrollo de SHEFU comenzó con la limpieza y estructuración del dataset<sup>[1]</sup> de recetas, con el objetivo de extraer y normalizar todos los parámetros necesarios para su utilización dentro de la aplicación. Posteriormente, a cada receta se le asignaron puntajes y niveles de dificultad, definidos en función de criterios como el tiempo de preparación, la cantidad de ingredientes, el número de pasos y la retroalimentación proporcionada por un chef profesional.

A partir de esta base, se diseñaron los mecanismos de gamificación<sup>[2]</sup>, definiendo aspectos como la obtención de puntos o estrellas, los criterios para subir de nivel y las reglas

<sup>1</sup><https://drive.google.com/drive/folders/1CFoZvTzTXuSXFZebQUJJka10eCHrlZwe?usp=sharing>

<sup>2</sup><https://drive.google.com/drive/folders/1fcV9MqWoIHG9F3cYyVXF8k2vTbFrytjr?usp=sharing>

## CAPÍTULO 3. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

necesarias para implementar una gamificación básica pero efectiva. Una vez consolidada la información y las reglas de progresión, se dio inicio al diseño y desarrollo del frontend de SHEFU.

El desarrollo de la interfaz comenzó con elementos simples, como los formularios de inicio de sesión, las vistas del menú principal y la visualización de la información general de una receta. Posteriormente, se incorporaron componentes de mayor complejidad, como la ejecución de recetas paso a paso, el perfil de usuario, la tienda virtual y los distintos elementos gamificados que enriquecen la experiencia del usuario.

El proyecto fue desarrollado en Visual Studio Code<sup>3</sup>, utilizando la estructura base de un proyecto Flutter estándar, organizada de manera clara y ordenada. El código se distribuye en carpetas que separan la lógica de presentación y los distintos módulos de la aplicación. En particular, el frontend se estructura en una carpeta denominada `screens`<sup>4</sup>, la cual contiene subcarpetas asociadas a las vistas principales del sistema. Cada una de estas agrupa archivos específicos de su funcionalidad, favoreciendo la creación de componentes simples, fáciles de mantener y de modificar. Esta organización permite escalar el proyecto y añadir nuevas pantallas sin afectar lo ya construido.

Para el desarrollo de la aplicación se utilizaron diversas dependencias, entre las que se incluyen Flutter, `camera`, `path`, `image`, `animate_do`, `video_player`, `icons` y distintos assets, las cuales permiten manejar captura de imágenes, animaciones, reproducción de video y recursos gráficos necesarios para la experiencia visual de la aplicación.

Adicionalmente, se emplearon distintas librerías propias de Dart<sup>5</sup> y Flutter, entre las que destacan:

- `material.dart`: provee los componentes visuales basados en Material Design, utilizados para construir la interfaz gráfica de la aplicación.
- `services.dart`: permite acceder a servicios del sistema, como control de orientación, manejo del teclado y comunicación con funcionalidades nativas.
- `intl.dart`: facilita la internacionalización y el formato de fechas, números y textos, preparando la aplicación para una posible expansión a otros idiomas.
- `foundation.dart`: ofrece utilidades básicas para la gestión del estado, manejo de errores y optimización del rendimiento.

---

<sup>3</sup><https://code.visualstudio.com/>

<sup>4</sup>[https://github.com/javierz1478/shefu\\_app/tree/main/lib/screens](https://github.com/javierz1478/shefu_app/tree/main/lib/screens)

<sup>5</sup><https://dart.dev/overview>

## CAPÍTULO 3. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

Con el fin de facilitar el trabajo colaborativo y el control del código fuente, el proyecto fue alojado en un repositorio de GitHub<sup>6</sup>. El uso de esta plataforma permitió llevar un control de versiones eficiente, mantener un historial de cambios, facilitar la colaboración entre los integrantes del equipo y reducir el riesgo de pérdida de información durante el desarrollo.

El resultado de la implementación se presenta en el diagrama 3.3, el cual muestra de manera clara el flujo general de la aplicación, abarcando las etapas fundamentales del sistema, desde el registro del usuario hasta la ejecución completa de una receta.

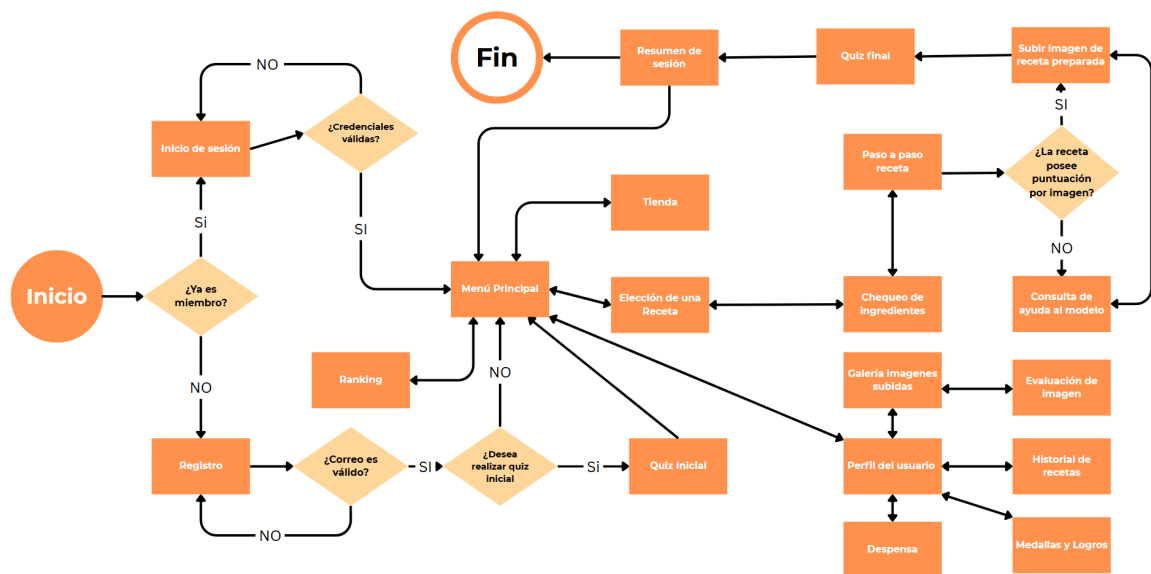


Figura 3.3: Diagrama de flujo

### 3.4. Pruebas Unitarias del Sistema

Las pruebas unitarias desarrolladas para la aplicación móvil se centraron en la capa de frontend implementada en Flutter y fueron utilizadas como un mecanismo de verificación continua durante el proceso de desarrollo. Su objetivo principal fue validar el correcto funcionamiento de la lógica interna de cada módulo, el manejo de estados, la navegación entre pantallas y la correcta representación visual de la información presentada al usuario.

<sup>6</sup>[https://github.com/javierz1478/shefu\\_app.git](https://github.com/javierz1478/shefu_app.git)

## CAPÍTULO 3. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

Estas pruebas permitieron identificar errores tempranos, validar casos esperados y analizar escenarios límite, como fallos de conexión, datos incompletos o estados inconsistentes de la interfaz. Asimismo, se evaluó la correcta interacción del frontend con servicios externos, tales como Firebase para la autenticación y persistencia de datos, y los modelos de análisis visual ejecutados localmente mediante TensorFlow Lite.

Dado que el alcance del proyecto se limita al cliente móvil, las pruebas unitarias no abordaron el comportamiento interno de los servicios externos ni el rendimiento de los modelos de inteligencia artificial, enfocándose exclusivamente en cómo la aplicación gestiona sus respuestas y errores. En los apartados siguientes se detalla, módulo por módulo, qué componentes fueron testeados, qué escenarios fueron cubiertos, cuáles quedaron fuera del alcance y cómo estos resultados influyeron en la estabilidad general del sistema.

### **AUT – Módulo de Autenticación** <sup>7</sup>

En el Módulo de Autenticación (AUT), las pruebas unitarias se enfocaron en validar el correcto funcionamiento de los procesos de creación de cuenta e inicio de sesión, así como en el manejo adecuado de los distintos estados de la interfaz asociados a estas acciones. Se verificó que los formularios de registro e inicio de sesión respondieran correctamente ante la entrada de datos válidos e inválidos, mostrando advertencias claras y específicas para cada caso, tales como campos vacíos, formato de correo incorrecto o credenciales no válidas.

Asimismo, se evaluó la correcta integración con Firebase Authentication, comprobando que los errores provenientes del servicio externo fueran correctamente interpretados por la aplicación y reflejados de manera comprensible para el usuario mediante mensajes visuales de retroalimentación. Estas validaciones permiten asegurar que el usuario reciba información inmediata sobre el estado de la autenticación, mejorando la experiencia de uso y reduciendo la posibilidad de errores silenciosos.

Adicionalmente, se verificó la persistencia de la sesión activa ante el reinicio de la aplicación, asegurando que el usuario autenticado no deba iniciar sesión nuevamente mientras la sesión sea válida. Las Figuras <sup>3.4</sup> y <sup>3.5</sup> correspondientes a las pantallas de inicio y registro de sesión evidencian el comportamiento del sistema frente a distintos escenarios de validación de datos y manejo de errores.

---

<sup>7</sup><https://www.youtube.com/watch?v=EYp-qkKzinc>

## CAPÍTULO 3. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

Como límite de estas pruebas, no se abordaron aspectos relacionados con políticas avanzadas de seguridad, tales como el control de múltiples intentos fallidos, bloqueo de cuentas o configuraciones específicas del backend, dado que estas funcionalidades dependen directamente de configuraciones externas a la capa de frontend.

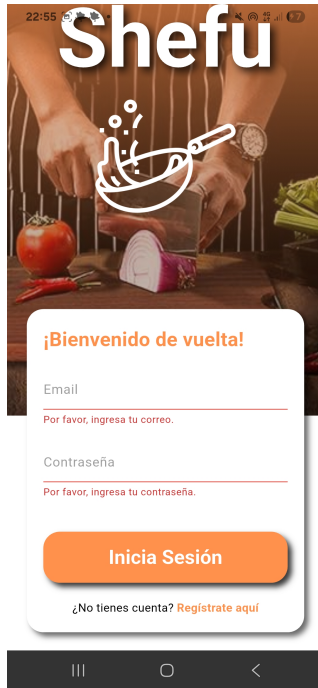


Figura 3.4: Prueba inicio de sesión con validación de campos

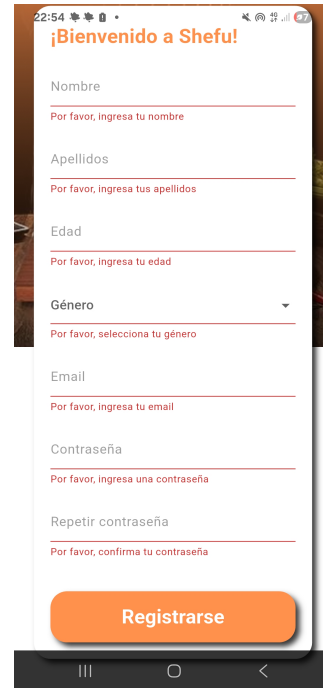


Figura 3.5: Prueba de registro con validación de campos

### PER – Módulo de Perfil <sup>8</sup>

En el Módulo de Perfil del Usuario (PER), las pruebas unitarias se centraron en verificar la correcta visualización y sincronización de los datos personales obtenidos desde Firebase Firestore. Se corroboró que la información del usuario, tales como nivel, puntaje, depensa (fig [3.8](#)), progreso y datos asociados a su cuenta, se cargara de manera consistente y en tiempos adecuados, evitando demoras perceptibles que afectarían la experiencia de uso.

Asimismo, se evaluó el comportamiento de la interfaz ante escenarios de carga incompleta o fallos de conexión, comprobando que el sistema maneje estos casos de forma controlada, utilizando valores por defecto o dejando campos en blanco cuando corresponde, sin generar errores críticos ni afectar la navegación general de la aplicación.

<sup>8</sup><https://youtu.be/EYp-qkKzinc?si=cB-PYYKm7DWmgc2C&t=166>

## CAPÍTULO 3. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

Este enfoque permite mantener la estabilidad visual del perfil incluso ante condiciones adversas de red o datos inconsistentes.

Respecto a la edición del perfil, las pruebas se limitaron a la actualización de la imagen de perfil (fig 3.7), por considerarse el elemento más relevante para la personalización desde la perspectiva del usuario. No se abordó la edición avanzada de otros datos personales ni el manejo de imágenes de gran tamaño, ya que estas funcionalidades no formaban parte del alcance del prototipo funcional desarrollado. No obstante, la incorporación de edición completa del perfil se identifica como una mejora futura que permitiría fortalecer el MVP.

La Figura 3.6 presenta la pantalla del perfil con todos los datos cargados correctamente, evidenciando el resultado de las pruebas realizadas sobre la correcta recuperación y despliegue de la información del usuario.



Figura 3.6: Prueba visualización de datos de usuario



Figura 3.7: Prueba edición foto de perfil

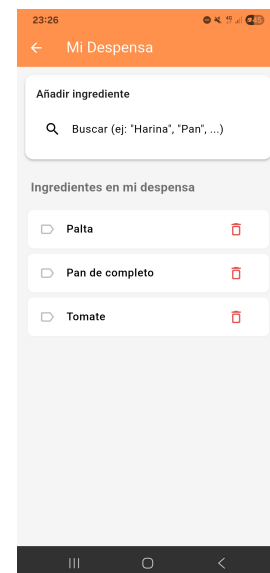


Figura 3.8: Prueba carga de despensa de usuario

### EVI – Módulo de Evaluación Inicial<sup>9</sup>

En el Módulo de Evaluación Inicial (EVI), las pruebas unitarias se orientaron a validar el correcto funcionamiento del cuestionario inicial y la coherencia del proceso de asignación de nivel del usuario. Dado que el cuestionario posee una estructura fija, se verificó que cada respuesta otorgara el puntaje correspondiente y que la suma total se

<sup>9</sup><https://www.youtube.com/watch?v=EYp-qkKzinc&t=15s>

## CAPÍTULO 3. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

calculara de forma correcta al finalizar la evaluación.

A partir del puntaje obtenido, se corroboró que el sistema asignara adecuadamente el nivel y subnivel del usuario (fig 3.10), asegurando la correcta actualización de su estado dentro de la aplicación y su posterior uso en otros módulos. Estas pruebas permitieron confirmar la consistencia entre las reglas definidas para la evaluación y los resultados mostrados en la interfaz.

Adicionalmente, se evaluó la navegación entre las distintas preguntas del cuestionario, comprobando el control del flujo, el avance secuencial (fig 3.9) y la correcta finalización del proceso sin pérdida de información. No se incluyó un comportamiento adaptativo dinámico del cuestionario, ya que el enfoque del prototipo considera una evaluación inicial estandarizada.



Figura 3.9: Prueba flujo de quiz



Figura 3.10: Prueba resultado de quiz

### REC – Módulo de Recomendación y Exploración <sup>10</sup>

En el Módulo de Recomendación y Exploración de Recetas (REC), las pruebas unitarias se centraron en verificar la correcta carga y visualización de las recetas almacenadas en Firebase, asegurando que cada receta presentara de forma consistente sus datos asociados, tales como nombre, imagen, nivel y categoría 3.11. Se comprobó que la

<sup>10</sup><https://www.youtube.com/watch?v=EYp-qkKzinc&t=150s>

## CAPÍTULO 3. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

información mostrada en la interfaz coincidiera con los registros almacenados en la base de datos y que los tiempos de carga fueran adecuados para una experiencia de uso fluida.

Asimismo, se validó el correcto funcionamiento de los filtros disponibles, evaluando combinaciones entre categoría, preferencias y nivel del usuario [3.12](#). Estas pruebas permitieron confirmar que el sistema mostrara únicamente las recetas correspondientes al nivel del usuario, evitando la exposición de contenido no acorde a su progreso y reforzando el carácter pedagógico de la aplicación.

Finalmente, se verificó la navegación desde el catálogo de recetas hacia la vista de detalle [3.13](#), comprobando que la transición entre pantallas se realizara de forma correcta y que la información de la receta seleccionada se cargara sin errores ni pérdida de contexto.



Figura 3.11: Prueba Carga de recetas

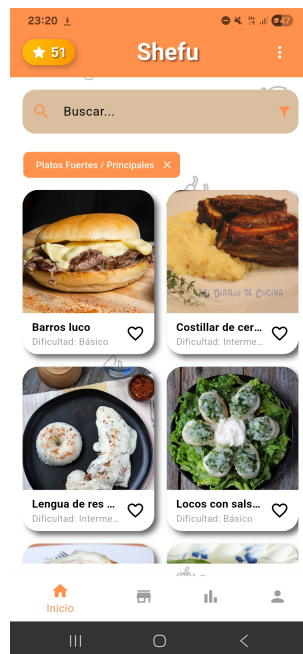


Figura 3.12: Prueba filtrado de recetas



Figura 3.13: Prueba Card de recetas

Como límite de estas pruebas, no se abordó la implementación de un sistema de recomendación personalizado basado en técnicas de aprendizaje automático, debido a su alta complejidad y a que excede el alcance del prototipo desarrollado. En su lugar, se optó por un enfoque más simple y controlado, basado en reglas definidas según el nivel del usuario y las categorías disponibles.

## CAPÍTULO 3. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

### PAS – Módulo Paso a Paso <sup>11</sup>

En el módulo de paso a paso se evaluó el correcto funcionamiento de la navegación secuencial de la receta, verificando que el usuario pueda ver el tiempo, la cantidad de pasos, avanzar, retroceder y reiniciar el proceso sin errores. Asimismo, se comprobó que cada paso muestre de manera adecuada los iconos y descripciones asociadas, facilitando la comprensión de las acciones a realizar durante la preparación (fig <sup>3.14</sup>).

Se identificó como límite que el sistema no permite conocer el paso siguiente hasta que se presiona la opción de avanzar, lo que puede generar una leve demora en contextos donde el usuario podría ejecutar varias acciones en paralelo. Este aspecto podría abordarse en futuras iteraciones mediante la incorporación de una vista previa de los pasos siguientes o un listado desplegable del flujo completo de la receta, permitiendo una mejor planificación sin perder la estructura guiada del proceso.

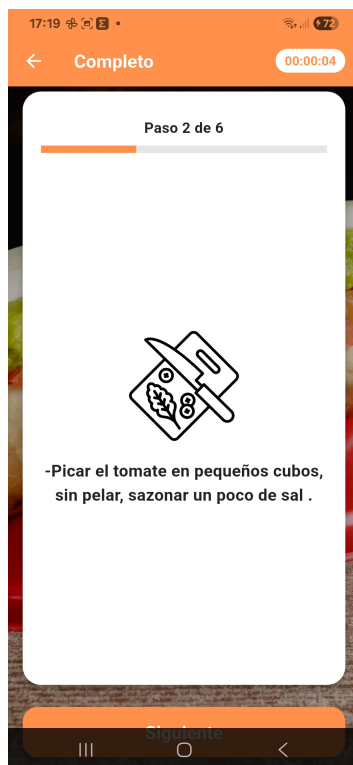


Figura 3.14: Prueba de paso de la receta

### VIS – Módulo de Captura y Evaluación Visual <sup>12</sup>

En este módulo se validó el correcto funcionamiento de la apertura de la cámara del

<sup>11</sup><https://www.youtube.com/watch?v=EYp-qkKzinc&t=80s>

<sup>12</sup><https://www.youtube.com/watch?v=EYp-qkKzinc&t=105s>

## CAPÍTULO 3. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

dispositivo y la captura de imágenes, asegurando que el usuario pueda realizar la toma de forma fluida y sin interrupciones. Tal como se observa en la Figuras [3.15](#), [3.16](#), [3.17](#) se comprobó que el flujo de carga y acceso a la cámara sea claro, permitiendo identificar de manera inmediata el momento de captura.

Asimismo, se evaluó el manejo de errores cuando el modelo no logra procesar correctamente la imagen capturada o cuando la entrada resulta inválida, entregando retroalimentación adecuada al usuario para evitar bloqueos en la experiencia de uso.

Como principal limitación, el módulo permite únicamente la captura de una sola fotografía por evaluación, lo que restringe la posibilidad de repetir la toma o comparar resultados. Este aspecto podría abordarse en futuras versiones incorporando la opción de realizar múltiples capturas o seleccionar imágenes adicionales antes de iniciar el proceso de evaluación visual.



Figura 3.15: Prueba paso tomar foto



Figura 3.16: Prueba indicaciones



Figura 3.17: Prueba de carga de Camara

### EVF – Módulo de Evaluación Final <sup>13</sup>

En el módulo de evaluación final (EVF) se verificó la correcta estructura del cuestionario aplicado al término de la preparación de la receta, asegurando que las preguntas se presenten de forma clara y secuencial. Las pruebas unitarias reflejada en la figura [3.18](#),

<sup>13</sup><https://www.youtube.com/watch?v=EYp-qkKzinc&t=127s>

### CAPÍTULO 3. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

se centraron en comprobar que el flujo del formulario permita avanzar entre preguntas, completar la evaluación y finalizar el proceso sin inconsistencias en el estado de la aplicación. También se evaluaron los estados de la aplicación frente a distintos escenarios, como la finalización exitosa del cuestionario o su abandono parcial, garantizando un comportamiento estable en ambos casos.

Las preguntas que conforman la evaluación final no están ligadas al nivel del usuario, pero pueden ser gestionadas y añadidas dinámicamente por un administrador (fig 3.19), lo que permite extender el cuestionario a lo largo del tiempo sin necesidad de modificar la aplicación móvil. Como limitación, el sistema no contempla actualmente una adaptación automática del contenido del cuestionario según el nivel del usuario o el desempeño, lo que podría abordarse en futuras mejoras para enriquecer el proceso de retroalimentación.

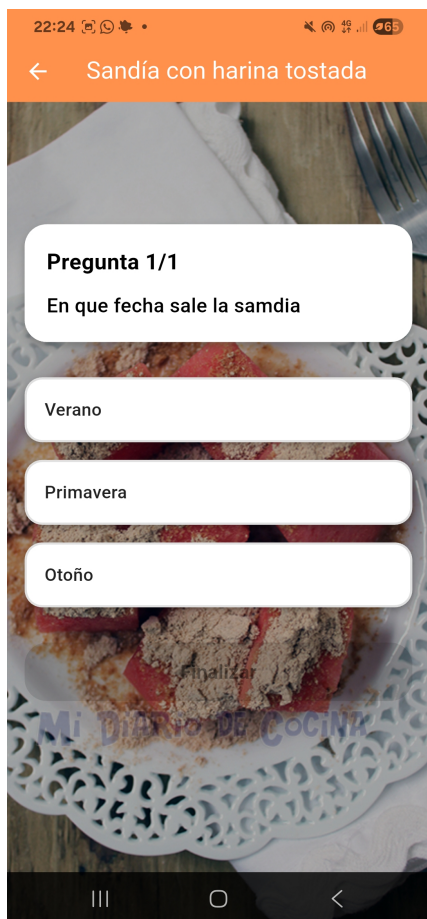


Figura 3.18: Prueba Quiz final



Figura 3.19: Añadir pregunta quiz final

### **PUN – Módulo de Puntuación Global** <sup>14</sup>

El módulo de puntuación global se encargó de consolidar los resultados obtenidos en los distintos procesos de evaluación de la aplicación, integrando los puntajes provenientes de la evaluación visual (VIS) y del cuestionario final (EVF). Las pruebas unitarias se enfocaron en verificar que los valores generados por cada uno de estos módulos fueran correctamente recuperados, combinados y procesados para obtener un puntaje final coherente con el desempeño del usuario durante la preparación de la receta.

Asimismo, se validó que el sistema calcule y actualice de forma correcta el nivel del usuario en función de los resultados obtenidos, considerando tanto el puntaje asociado a la visión por computadora como el cuestionario final. Las pruebas comprobaron que esta actualización se refleje correctamente en el estado del usuario y que los datos persistidos sean consistentes al volver a acceder a la aplicación.

Finalmente, se verificó el despliegue visual del resumen de la receta (fig 3.20), asegurando que la interfaz muestre de manera clara la información relevante, incluyendo el puntaje obtenido por la receta, los resultados parciales de cada evaluación, el nuevo nivel alcanzado y la puntuación global representada mediante estrellas. Como limitación, el sistema utiliza una ponderación fija para el cálculo del puntaje final, la cual fue definida y validada en conjunto con el chef de Veglez Snacks para asegurar coherencia con los objetivos pedagógicos de la aplicación. No obstante, esta decisión no cierra la posibilidad de que, en un modelo de mayor escala, dichas ponderaciones puedan definirse de forma dinámica o adaptativa según el perfil y progreso del usuario.

---

<sup>14</sup><https://www.youtube.com/watch?v=EYp-qkKzinc&t=140s>

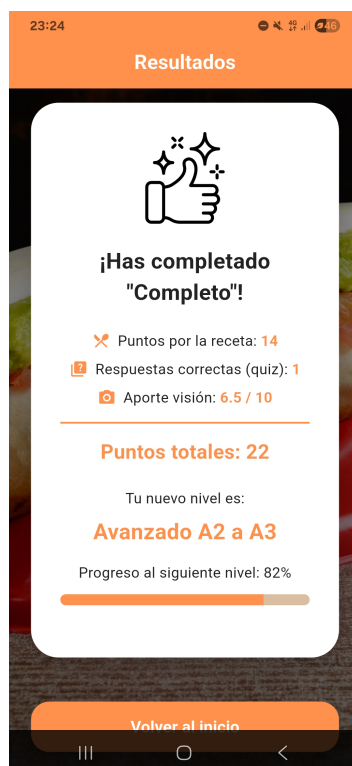


Figura 3.20: Prueba de resumen final de puntaje

### GAM – Módulo de Gamificación <sup>15</sup> <sup>16</sup>

En el módulo de gamificación se realizaron pruebas orientadas a verificar el correcto cálculo de puntos, insignias y niveles a partir de la puntuación global obtenida por el usuario al completar una receta. Asimismo, se comprobó que los distintos elementos visuales asociados a la gamificación, como los logros desbloqueados (fig [3.21](#)), el ranking (fig [3.22](#)), las barras de progreso y el estado general del perfil del usuario (fig [3.6](#)), se despliegan de manera consistente y actualizada según los datos almacenados. También se validó el funcionamiento de la tienda interna (fig [3.23](#)), asegurando que la compra y utilización de artículos virtuales se realice correctamente, reflejando los cambios tanto en el inventario del usuario como en su puntaje disponible.

Como limitaciones, no se abordaron mecanismos de gamificación avanzada, tales como recompensas externas o sistemas de incentivos fuera de la aplicación. Asimismo, no se implementaron interacciones directas entre usuarios, como competencias en tiempo real o comparaciones sociales dinámicas, debido a la complejidad técnica que implican para un modelo inicial. Estas decisiones permitieron concentrar el alcance del proyecto

<sup>15</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=EYp-qkKzinc&t=187s>

<sup>16</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=EYp-qkKzinc&t=272s>

## CAPÍTULO 3. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

en una experiencia individual sólida y coherente, adecuada para la etapa de prototipo funcional.

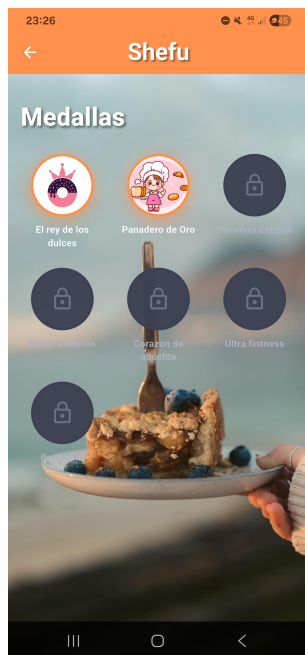


Figura 3.21: Prueba medallas

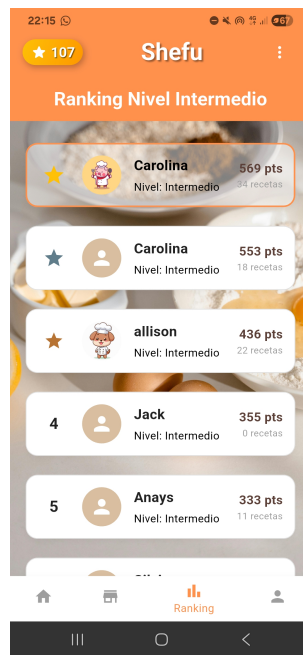


Figura 3.22: Prueba Ranking

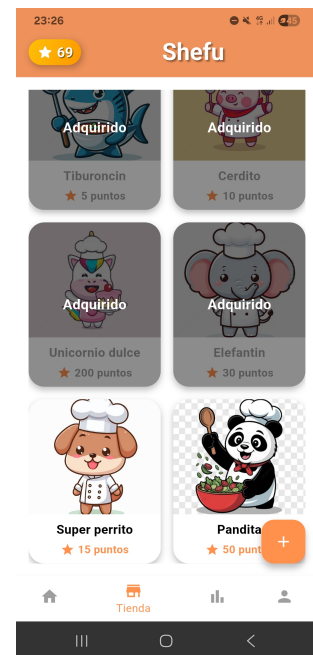


Figura 3.23: Prueba de Tienda

### HIS – Módulo de Historial y Progreso <sup>17</sup>

En el módulo de historial y progreso se realizaron pruebas orientadas a verificar el correcto registro de las recetas completadas por el usuario y la sincronización de esta información con Firebase. Se comprobó que cada finalización de receta quede almacenada adecuadamente, incluyendo datos básicos como la fecha de realización y el tiempo de duración, y que dicha información pueda ser recuperada y visualizada de forma consistente en la interfaz de la aplicación (fig <sup>3.24</sup>).

Como limitaciones, no se abordaron funcionalidades de exportación ni recuperación avanzada de datos históricos. Además, el historial disponible se limita a información resumida, sin permitir la visualización de imágenes subidas durante la preparación ni un detalle completo del desarrollo de cada receta. Estas restricciones reducen la profundidad del seguimiento del progreso, por lo que la incorporación de un historial más detallado, incluyendo evidencias visuales y métricas adicionales por receta, se considera un aspecto relevante a abordar en una versión futura del prototipo con el fin de enriquecer la experiencia del usuario.

<sup>17</sup><https://www.youtube.com/watch?v=EYp-qkKzinc&t=176s>

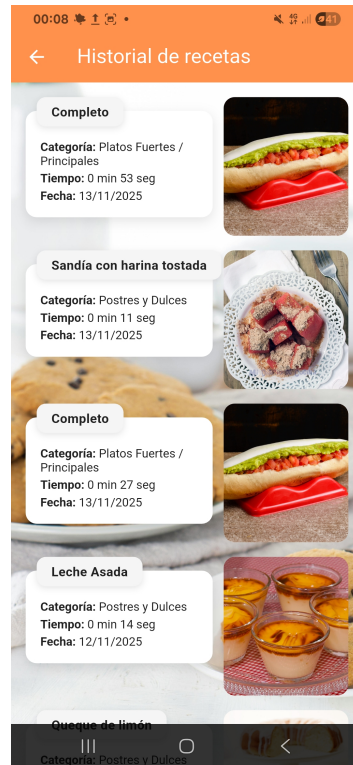


Figura 3.24: Prueba de historial de recetas

### Pruebas de integración mínima entre módulos

Además de las pruebas unitarias, se realizaron pruebas de integración mínima entre los módulos principales de la aplicación con el objetivo de validar la coherencia de los flujos funcionales más relevantes. En primer lugar, se evaluó la integración entre los módulos de autenticación (AUT), perfil (PER) y recomendación (REC). Estas pruebas permitieron comprobar que, una vez autenticado el usuario, la información básica y las preferencias culinarias se cargan correctamente desde Firebase, siendo utilizadas por el módulo de recomendación para filtrar y mostrar recetas acordes al perfil del usuario. Se verificó que no existieran inconsistencias entre el estado de sesión, los datos personales y las recomendaciones presentadas en la interfaz.

Posteriormente, se analizó el flujo de integración entre los módulos de recomendación (REC), paso a paso (PAS) y visión por computadora (VIS). En este escenario, se validó que la selección de una receta desde el catálogo transfiera correctamente toda la información necesaria al módulo de ejecución, permitiendo una navegación fluida entre los pasos de la preparación. Asimismo, se comprobó que la captura de una imagen desde el módulo PAS sea enviada correctamente al módulo VIS, y que la retroalimentación

## CAPÍTULO 3. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

generada por el modelo de análisis visual se reciba y visualice de forma inmediata, manteniendo la continuidad de la experiencia del usuario.

También se evaluó la integración entre los módulos de evaluación visual (VIS), evaluación final (EVF), puntuación global (PUN) y gamificación (GAM). Estas pruebas permitieron verificar que los resultados provenientes tanto del análisis visual como del cuestionario final se consoliden correctamente en el módulo de puntuación, generando un resultado comprensible y coherente para el usuario. Posteriormente, se corroboró que este puntaje sea utilizado por el módulo de gamificación para actualizar de forma adecuada los puntos, insignias y barras de progreso, reflejándose correctamente en la interfaz.

Finalmente, se realizaron pruebas de integración entre el módulo de puntuación global (PUN) y el módulo de historial (HIS). En este flujo se validó que, al finalizar una receta, los resultados obtenidos se registren correctamente en el historial del usuario, incluyendo información relevante como la fecha y el desempeño general. Se comprobó además que estos datos puedan ser reutilizados por otros módulos del sistema, permitiendo mantener coherencia en la personalización y en el seguimiento del progreso en sesiones futuras.

Estas pruebas de integración permitieron validar la estabilidad funcional del frontend y confirmar la correcta comunicación entre los módulos principales de la aplicación. A través de las pruebas unitarias e integradas, fue posible recorrer y verificar los flujos completos definidos en el diagrama de la aplicación (fig. 3.3), asegurando que cada etapa, desde el ingreso del usuario hasta la finalización de una receta, se ejecute de manera coherente y continua. Asimismo, se identificaron límites operativos y oportunidades de mejora. Cabe destacar que no se realizaron pruebas de funcionamiento en modo offline, por lo que el comportamiento de la aplicación en ausencia de conexión a internet no fue considerado en esta etapa del proyecto.

# Capítulo 4

## Resultados y Validación

### 4.1. Plan de Validación

La validación del trabajo desarrollado se centró en los objetivos específicos abordados en esta memoria: (2) implementar un flujo pedagógico basado en recetas guiadas, retroalimentación visual y gamificación; y (5) diseñar una interfaz móvil en Flutter que cumpla criterios de accesibilidad, consistencia visual e intuitividad.

Para verificar el cumplimiento de estos objetivos, se llevó a cabo un proceso de validación mixto compuesto por validación interna (revisión técnica del sistema) y validación externa (pruebas con usuarios). Esta combinación permitió evaluar tanto la calidad funcional y visual del sistema como su efectividad pedagógica y su nivel de aceptación por parte de usuarios reales.

#### 4.1.1. Validación Interna

La validación interna consistió en una revisión técnica detallada de los módulos involucrados, considerando criterios de funcionamiento, claridad, consistencia visual y estabilidad. El objetivo fue asegurar que la aplicación cumpliera con los estándares definidos para el flujo pedagógico y la interfaz de usuario.

### Validación Interna del Objetivo 2: Flujo Pedagógico y Gamificación

Se evaluó la implementación del flujo completo compuesto por los módulos de selección de receta, guía paso a paso, retroalimentación visual y sistema de logros. Los aspectos verificados fueron los siguientes:

- Claridad y coherencia de las instrucciones en cada paso.
- Correcta carga y visualización de ayudas visuales.
- Transiciones y secuencialidad adecuada del flujo paso a paso.
- Cálculo adecuado del puntaje global y su visualización coherente en el módulo final.
- Operación correcta del sistema de logros y motivadores de gamificación.

En relación con el flujo pedagógico, las Figuras [4.1](#), [4.2](#), [4.3](#), [4.4](#) y [4.5](#) muestran distintos pasos de preparación correspondientes a diversas recetas. En cada caso, se presenta una acción claramente definida junto a un ícono representativo, lo que facilita la comprensión inmediata de la instrucción asociada. En aquellos casos en que no se dispone de un ícono específico para la acción del paso, se utiliza por defecto el ícono de cocinar (Figura [4.6](#)), garantizando consistencia visual y continuidad en la experiencia de uso. Cada paso incluye además información contextual relevante, como el tiempo estimado, el número total de pasos de la receta, el paso actual y los controles de navegación para avanzar o retroceder, lo que contribuye a una ejecución guiada y ordenada del proceso culinario.

## CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y VALIDACIÓN



Figura 4.4: Saltear

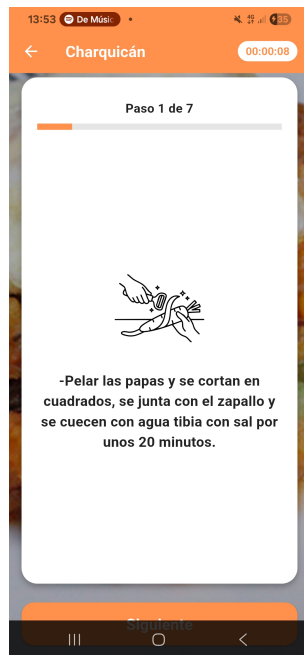


Figura 4.5: Pelar



Figura 4.6: Cocinar

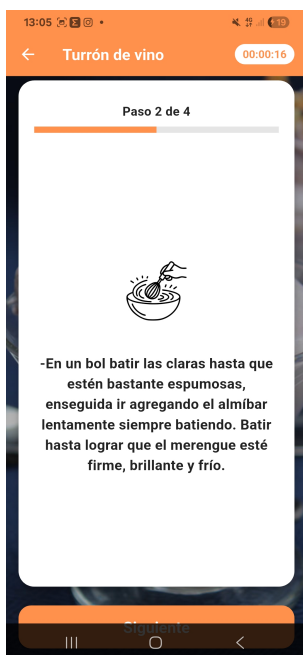


Figura 4.1: Batir



Figura 4.2: Cortar

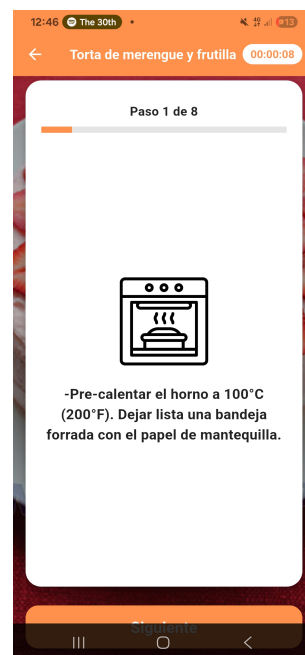


Figura 4.3: Hornear

La correcta secuencialidad del flujo puede observarse también en la demo de la aplicación<sup>1</sup>, donde se evidencia una progresión lógica entre pasos.

Desde una perspectiva cuantitativa, el flujo pedagógico de la aplicación se valida me-

<sup>1</sup><https://www.youtube.com/watch?v=EYp-qkKzinc&t=80s>

## CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y VALIDACIÓN

dante el análisis de las características promedio de las recetas disponibles. El sistema cuenta con un total de 111 recetas, distribuidas en distintos niveles de dificultad, lo que permite una progresión gradual del aprendizaje. En promedio, las recetas presentan un tiempo de preparación de 45,94 minutos, utilizan 9,64 ingredientes y se estructuran en 6,84 pasos <sup>2</sup>, lo que evidencia una fragmentación adecuada de las tareas culinarias, con instrucciones claras y no sobrecargadas, favoreciendo una correcta comprensión de cada proceso sin generar una carga cognitiva excesiva en el usuario.

El promedio de ingredientes inferior a diez por receta contribuye además a reducir la complejidad logística, permitiendo que el aprendizaje se centre en la técnica y el procedimiento más que en la gestión de insumos, lo que resulta especialmente beneficioso para usuarios en etapas iniciales o intermedias del aprendizaje. Asimismo, el tiempo promedio de preparación cercano a los 46 minutos se ajusta a sesiones de práctica realistas y compatibles con contextos de aprendizaje doméstico, facilitando la continuidad y la repetición de actividades sin afectar la motivación del usuario.

Por otra parte, la distribución de recetas por nivel 26 de nivel básico, 63 intermedias y 22 avanzadas refuerza el enfoque pedagógico progresivo del sistema, donde la mayor concentración de contenido se sitúa en el nivel intermedio. Esta predominancia permite una práctica reiterada y la consolidación de habilidades antes de avanzar hacia recetas de mayor complejidad, validando que el diseño del flujo pedagógico no solo es claro en su secuencialidad, sino también coherente en términos de dificultad, profundidad y progresión del aprendizaje.

Respecto al cuarto punto, el funcionamiento del sistema de puntuación, este se compone de tres elementos principales. En primer lugar, se considera un puntaje base asociado a la receta (RB), el cual se obtiene únicamente por completarla y cuyo valor depende del nivel de dificultad de la misma. En segundo lugar, se incorpora un puntaje asignado por el módulo de visión por computadora (VC), calculado en función de los parámetros extraídos a partir de la imagen del plato final enviada por el usuario. Finalmente, se incluye un puntaje correspondiente al cuestionario final (QF), determinado según las respuestas entregadas por el usuario al finalizar la receta.

La ponderación de cada uno de estos componentes se define mediante la siguiente expresión:

---

<sup>2</sup>[https://drive.google.com/drive/folders/1zRjZmmbi7pbW7nN6VI\\_zXGsdG\\_3gK9xe?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1zRjZmmbi7pbW7nN6VI_zXGsdG_3gK9xe?usp=sharing)

## CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y VALIDACIÓN

$$\text{Score Final} = 0,15 \cdot VC + 0,25 \cdot QF + 0,60 \cdot RB$$

Esta ponderación fue definida y validada en conjunto con el chef y el profesor a cargo, quienes la consideraron una medida adecuada para reflejar el desempeño global del usuario durante la preparación. Los resultados de cada componente pueden observarse de forma detallada en la Figura [3.20](#), donde se visualiza el desglose de los puntajes obtenidos. Asimismo, en la demo de la aplicación<sup>3</sup> se puede apreciar el flujo completo desde la ejecución paso a paso de la receta hasta la obtención del puntaje final.

Respecto al último aspecto evaluado, correspondiente a la gamificación y al sistema de logros, se validó la correcta implementación y funcionamiento de los distintos mecanismos diseñados para incentivar la participación y permanencia del usuario en la aplicación. Tal como se ha descrito a lo largo del informe, estos elementos se inspiran en estrategias ampliamente utilizadas en aplicaciones gamificadas, con el objetivo de reforzar la motivación intrínseca y el progreso gradual del aprendizaje.

Uno de los principales mecanismos corresponde al sistema de niveles y ranking, definido en función del puntaje acumulado por cada usuario. Los niveles se estructuran en básico (100 puntos), intermedio (400 puntos), avanzado (800 puntos) y master al superar los 1000 puntos. Esta progresión busca incentivar al usuario a realizar más recetas y mejorar su desempeño para alcanzar niveles superiores, fomentando así la continuidad en el uso de la aplicación.

Adicionalmente, se incorporó una tienda virtual que permite adquirir artículos personalizables para el perfil utilizando las estrellas obtenidas al completar recetas. Cada artículo posee un valor distinto, tal como se observa en la Figura [3.23](#), lo que introduce un sistema de recompensas que promueve la toma de decisiones y refuerza la sensación de logro al desbloquear contenido deseado.

Otro elemento relevante corresponde al sistema de medallas, ilustrado en la Figura [3.21](#), las cuales se obtienen al cumplir hitos específicos, como realizar una cantidad determinada de recetas de una categoría o completar todas las recetas de un conjunto particular. Este mecanismo incentiva la exploración del catálogo completo de recetas y motiva al usuario a diversificar su experiencia culinaria.

Finalmente, el uso de barras de progreso, presentes en distintas secciones de la aplicación como el perfil (Figura [3.6](#)) y la vista de resultados (Figura [3.18](#)), permite al

---

<sup>3</sup><https://www.youtube.com/watch?v=EYp-qkKzinc&t=80s>

## CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y VALIDACIÓN

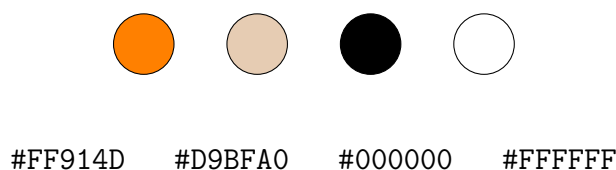
usuario visualizar de manera clara y continua su avance dentro del sistema. Esta re-  
troalimentación visual favorece la autoevaluación, refuerza la percepción de progreso y  
estimula el deseo de mejora constante, validando así la efectividad de la gamificación  
como apoyo al proceso de aprendizaje.

### Validación Interna del Objetivo 5: Interfaz en Flutter

La evaluación interna de la interfaz consideró principios de usabilidad y accesibilidad.  
Se verificaron aspectos relacionados con la coherencia visual y la legibilidad de los  
elementos.

- Consistencia del diseño en colores, tipografía y espaciado.
- Legibilidad de textos en distintos tamaños de pantalla.
- Navegación clara y fluida entre módulos.
- Adecuado tamaño mínimo de botones y áreas táctiles.
- Comportamiento esperado en casos de error o falta de conexión.

Para la interfaz se definió una paleta de colores fija, utilizada de manera uniforme en  
todas las vistas de la aplicación, compuesta por los siguientes tonos principales:



Asimismo, se utilizó la tipografía Nunito como fuente principal, lo que contribuye a una  
apariencia moderna y amigable, coherente con el enfoque educativo de la aplicación. La  
correcta legibilidad de los textos se garantiza mediante el uso de contrastes adecuados  
entre tipografía y fondos, así como la aplicación consistente de distintos tamaños de  
texto según su jerarquía visual (títulos, subtítulos y contenido).

En las Figuras [4.7](#), [4.8](#), [4.9](#), [4.10](#), [4.11](#) y [4.12](#) se presentan diversas pantallas represen-  
tativas de la aplicación desarrollada en Flutter. En ellas se evidencia una consistencia

## CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y VALIDACIÓN



Figura 4.7: Recetas

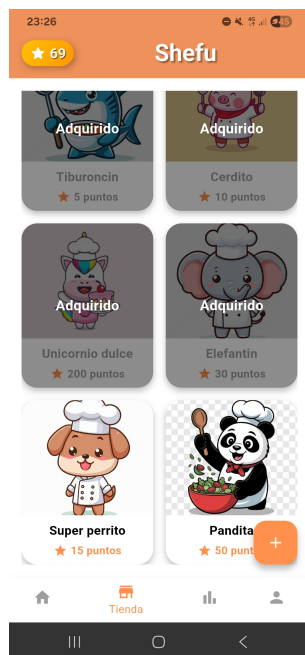


Figura 4.8: Tienda

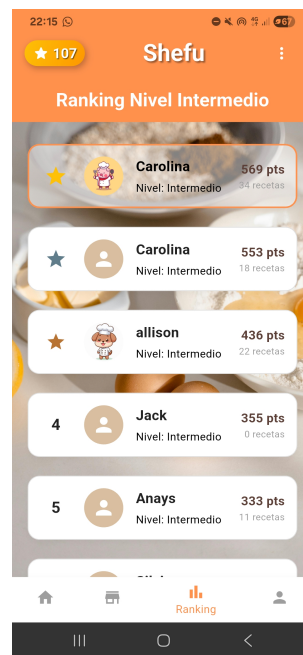


Figura 4.9: Ranking

visual transversal, reflejada en el uso uniforme de la paleta de colores, la tipografía principal y el espaciado entre componentes. Esta coherencia contribuye a que el usuario reconozca patrones visuales comunes a lo largo de la aplicación, facilitando la comprensión de la interfaz y reduciendo la carga cognitiva durante la navegación.

Asimismo, el diseño mantiene una jerarquía visual clara mediante variaciones controladas en tamaños de texto, íconos y contenedores, lo que favorece la legibilidad en distintos tamaños de pantalla. La correcta relación de contraste entre texto y fondo permite una lectura fluida, incluso en vistas con alto contenido visual, reforzando la accesibilidad y usabilidad general de la aplicación.

La navegación entre pantallas resulta clara e intuitiva, aspecto que puede observarse en la demostración de la aplicación<sup>4</sup>. Los elementos interactivos, como botones y tarjetas, presentan un tamaño adecuado para su uso en dispositivos móviles, facilitando la interacción táctil y reduciendo errores de selección.

Con el fin de complementar esta validación cualitativa, se realizó un análisis cuantitativo de los tiempos promedio de carga y respuesta asociados a los principales flujos de la aplicación, los cuales inciden directamente en la percepción de fluidez y eficiencia por parte del usuario. La Tabla 4.1.1 presenta los tiempos medidos para distintos procesos representativos del uso habitual del sistema, todos ellos definidos previamente en el

<sup>4</sup><https://www.youtube.com/watch?v=EYp-qkKzinc>

## CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y VALIDACIÓN



Figura 4.10: Perfil



Figura 4.11: Chequeo Ingredientes

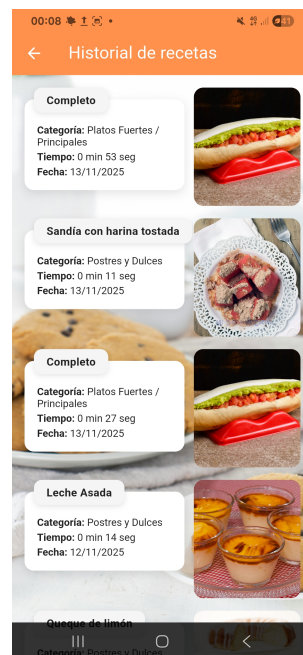


Figura 4.12: Historial de Recetas

diagrama de flujo mostrado en la Figura [3.3](#).

Flujo	Tiempo promedio (ms)
Inicio de sesión	1285.6
Visualización todas las Recetas	470.5
Visualización de información específica de receta	412.25
Pantalla de Resultados finales	2218.75
Ver Perfil	615.875
Ver Ranking	603.625

Cuadro 4.1: Tiempos promedio de carga y respuesta por flujo de la aplicación

Los resultados obtenidos muestran que la mayoría de los flujos críticos presentan tiempos de respuesta inferiores a un segundo, lo que contribuye a una experiencia de uso ágil y continua. Flujos que implican mayor procesamiento, como la carga de resultados finales, presentan tiempos superiores, lo cual es esperable dado el cálculo y la consolidación de información que estos requieren. No obstante, estos tiempos se mantienen dentro de rangos aceptables para aplicaciones móviles de carácter interactivo, sin interrumpir la continuidad del uso.

En conjunto, la validación interna de la interfaz permite concluir que la aplicación

## CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y VALIDACIÓN

presenta una experiencia de uso intuitiva y coherente. La consistencia visual en colores, tipografía y espaciado, junto con una jerarquía clara de información, facilita la comprensión de las distintas vistas y acciones disponibles. La navegación fluida entre módulos, respaldada por tiempos de respuesta adecuados, refuerza la percepción de control y continuidad durante el uso de la aplicación.

Adicionalmente, el diseño considera tamaños mínimos apropiados para botones y áreas táctiles, favoreciendo la interacción en dispositivos móviles, así como un comportamiento predecible ante situaciones de carga o error. Estos elementos, evaluados de forma conjunta, validan que la interfaz desarrollada en Flutter cumple con principios fundamentales de usabilidad y accesibilidad, alineándose con los objetivos del prototipo propuesto.

### 4.1.2. Validación Externa

La validación externa se realizó con usuarios reales, con el propósito de medir la percepción de claridad del flujo, la utilidad de las retroalimentaciones visuales y la usabilidad general de la interfaz.

#### Validación Externa del Objetivo 2: Flujo Pedagógico y Gamificación

A los usuarios se les pidió realizar una receta completa dentro de la aplicación, siguiendo cada paso según lo presentado en el flujo pedagógico. Al finalizar, evaluaron diversos componentes mediante una escala de 1 a 10, con el fin de medir tanto la claridad del proceso como la experiencia general obtenida.

Los aspectos evaluados fueron:

- **Claridad de las instrucciones:** comprensión del paso a paso y precisión de las indicaciones.
- **Retroalimentación visual:** utilidad de los íconos, colores y señales de avance durante la receta.
- **Fluidez del flujo pedagógico:** percepción de orden, continuidad y navegación natural entre pasos.

## CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y VALIDACIÓN

- **Gamificación:** grado en que el sistema de puntos, logros y recompensas aumentó la motivación.
- **Satisfacción general:** experiencia global al completar la receta dentro de la aplicación.

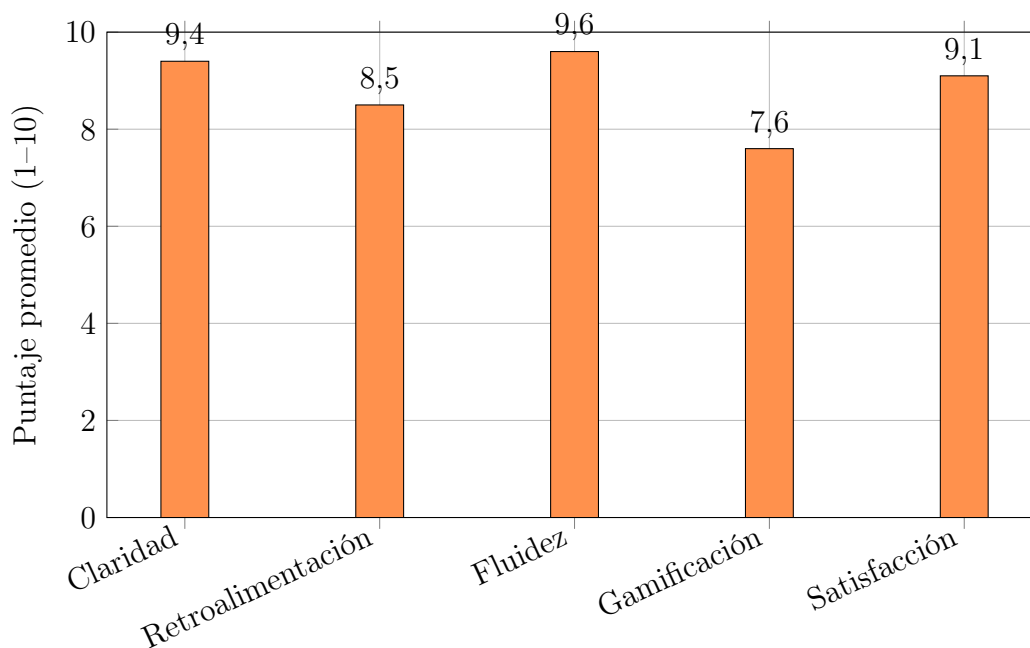


Figura 4.13: Resultados promedio de la evaluación de usuario sobre el flujo pedagógico y la gamificación

Los resultados obtenidos [4.13](#) a partir de las pruebas de usuario evidencian una evaluación positiva del flujo pedagógico y de la experiencia general de la aplicación. En particular, los aspectos relacionados con la claridad de las instrucciones y la fluidez del flujo presentan los puntajes promedio más altos, lo que indica que los usuarios comprendieron adecuadamente el paso a paso de las recetas y percibieron una navegación natural entre etapas.

Por otro lado, la gamificación, si bien fue valorada positivamente, obtuvo un puntaje levemente inferior en comparación con los demás criterios, lo que sugiere una oportunidad de mejora mediante la incorporación de mecánicas más avanzadas o personalizadas. En términos generales, la alta puntuación en satisfacción global valida el diseño del flujo pedagógico y respalda la efectividad del enfoque propuesto para guiar al usuario durante la preparación de las recetas.

### Validación Externa del Objetivo 5: Interfaz de Usuario

Se solicitó a los usuarios realizar un conjunto de tareas representativas dentro de la aplicación abrir una receta, revisar el perfil, acceder a los logros y volver al menú principal con el objetivo de evaluar la usabilidad general, la eficiencia de navegación y la claridad visual de la interfaz.

Durante la ejecución se midieron los siguientes aspectos:

- **Eficiencia de navegación:** tiempo requerido para completar cada tarea y número de errores cometidos.(muy lento-lento-normal-rápido-muy rápido)
- **Facilidad de uso:** percepción del esfuerzo necesario para orientarse y ejecutar acciones básicas.(muy complicado-complicado-normal-fácil-muy fácil)
- **Claridad visual y organización:** entendimiento de botones, disposición de elementos y coherencia gráfica.(muy desordenado-desordenado-neutro-ordenado-muy ordenado)
- **Satisfacción general:** valoración global de la experiencia usando una escala de 1 a 10.

Con el fin de analizar de manera cuantitativa los resultados asociados a la usabilidad general de la aplicación, las evaluaciones cualitativas entregadas por los usuarios fueron transformadas a una escala numérica ordinal. En particular, las categorías utilizadas en los distintos criterios evaluados tales como *muy lento*, *lento*, *normal*, *rápido* y *muy rápido*, así como sus equivalentes en facilidad de uso y claridad visual fueron mapeadas a valores numéricos entre 1 y 5, donde 1 representa la valoración más negativa y 5 la más positiva.

La Figura [4.14](#) presenta los resultados promedio obtenidos para la eficiencia de navegación, la facilidad de uso y la claridad visual de la interfaz. Y la figura [4.15](#) representa la distribución de los resultados de la satisfacción general de la aplicación.

## CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y VALIDACIÓN

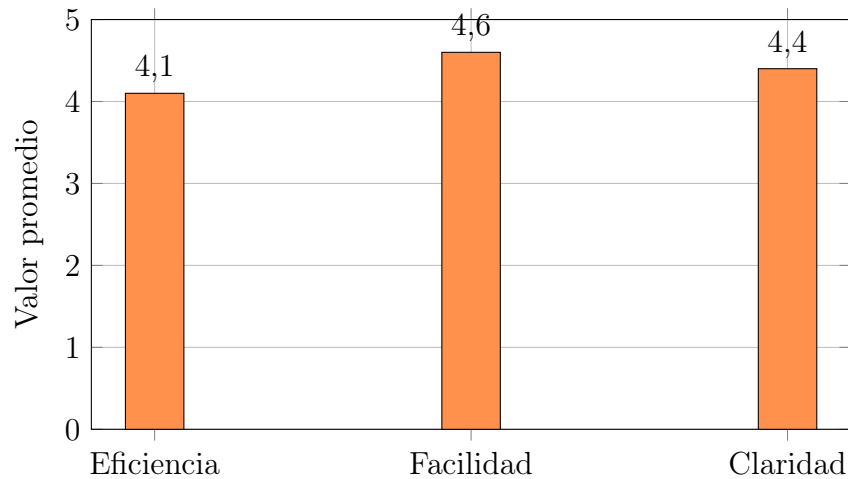


Figura 4.14: Resultados promedio de validación externa de la Interfaz de Usuario

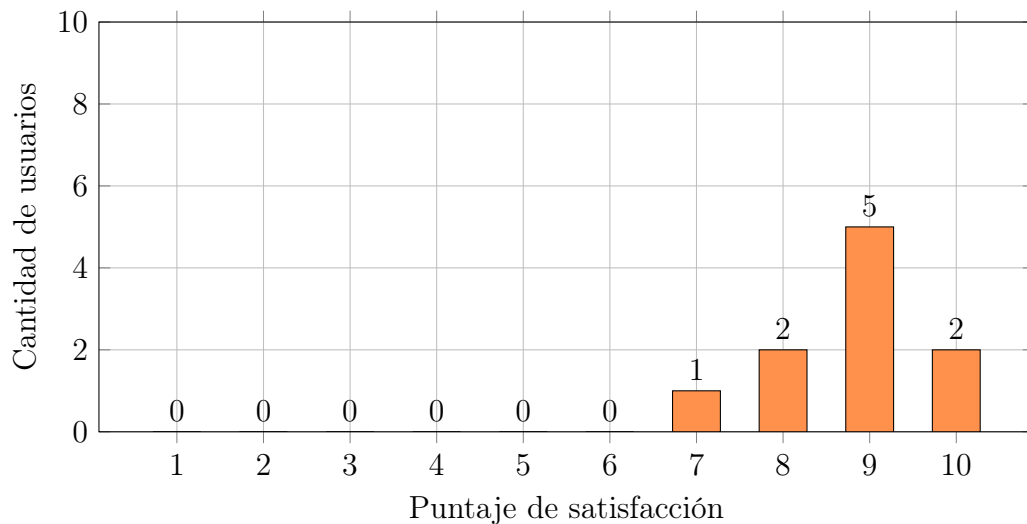


Figura 4.15: Distribución de puntajes de satisfacción general

Los resultados presentados en las Figuras [4.14](#) y [4.15](#) evidencian una evaluación ampliamente positiva de la interfaz por parte de los usuarios. En términos de usabilidad, la eficiencia de navegación obtuvo un valor promedio de 4,1, lo que indica que las tareas fueron realizadas de manera mayoritariamente rápida y sin dificultades significativas. Por su parte, la facilidad de uso alcanzó el puntaje promedio más alto (4,6), reflejando que los usuarios percibieron la aplicación como intuitiva y sencilla de utilizar, incluso al ejecutar acciones diversas dentro del sistema. Asimismo, la claridad visual y organización de la interfaz obtuvo un promedio de 4,4, lo que confirma una adecuada disposición de los elementos gráficos, coherencia visual y correcta identificación de botones y funciones.

## CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y VALIDACIÓN

En cuanto a la satisfacción general, la distribución de los puntajes revela una clara concentración en los valores altos de la escala. La mayoría de los usuarios calificó su experiencia con puntajes de 9 y 10, mientras que un número reducido otorgó una valoración de 7 u 8, y no se registraron evaluaciones inferiores a 7. Esta tendencia confirma un alto nivel de aceptación del sistema y refuerza la percepción de una experiencia de uso positiva, consistente y alineada con los objetivos de diseño planteados para la aplicación

Al finalizar la actividad, se recopiló retroalimentación cualitativa a través de preguntas abiertas, permitiendo a los usuarios expresar libremente sugerencias, comentarios y percepciones generales sobre la aplicación. De manera transversal, los participantes señalaron que la aplicación resultó fácil de usar, cómoda y clara en términos de navegación y comprensión de las funcionalidades principales. No obstante, varios usuarios indicaron que la retroalimentación proporcionada por el sistema podría resultar poco motivadora en el largo plazo, manifestando interés en incorporar dinámicas más competitivas, como la interacción o comparación con otros usuarios.

Asimismo, se identificaron observaciones relacionadas con aspectos visuales y de diseño, tales como el tamaño reducido de algunos íconos y la percepción de que la paleta de colores utilizada no se asocia directamente con el ámbito culinario. Finalmente, surgió de forma recurrente la sugerencia de incorporar funcionalidades de tipo social, como la posibilidad de compartir fotografías de las recetas realizadas o interactuar con otros usuarios, lo que refuerza la oportunidad de evolucionar el prototipo hacia una experiencia más colaborativa y social.

En conjunto, los resultados de las pruebas internas y externas no solo validan el cumplimiento de los objetivos y la hipótesis planteada, sino que también evidencian el desarrollo de un prototipo funcional, bien aceptado por los usuarios y con un alto potencial de evolución. Las evaluaciones realizadas permitieron comprender de manera más precisa cómo el diseño del flujo pedagógico, la interfaz y los elementos de gamificación influyen directamente en la motivación, la usabilidad y el aprendizaje del usuario, confirmando la pertinencia de las decisiones técnicas y de diseño adoptadas durante el desarrollo. Asimismo, los resultados obtenidos entregan insumos relevantes para orientar futuras mejoras del sistema, apuntando a una experiencia más enriquecedora, participativa y adaptable, sin perder el foco principal de la aplicación como herramienta de apoyo al aprendizaje .

### 4.2. Discusión

Los resultados obtenidos a partir de las validaciones internas y externas permiten analizar el cumplimiento de la hipótesis planteada y el grado de logro de los objetivos abordados en esta memoria, correspondientes al flujo pedagógico y gamificación (Objetivo 2) y al diseño de la interfaz de usuario en Flutter (Objetivo 5).

En relación con la hipótesis, los resultados evidencian que el uso de Flutter como framework principal, en conjunto con Firebase y TensorFlow Lite, permitió implementar una arquitectura modular y robusta, orientada a la experiencia del usuario. Esta arquitectura facilitó el desarrollo de una interfaz dinámica, coherente y responsiva, junto con flujos de navegación claros y bien definidos. Asimismo, la integración de retroalimentación automática, visualización paso a paso, carga de imágenes y seguimiento del progreso culinario contribuyó de manera directa a mejorar la comprensión del proceso y la continuidad del aprendizaje, validando los supuestos centrales de la hipótesis.

Desde la perspectiva del Objetivo 2, los resultados obtenidos a partir de las pruebas internas y externas confirman que el flujo pedagógico estructurado cumple adecuadamente con los principios de claridad, secuencialidad y apoyo al aprendizaje. Las validaciones internas demostraron que la fragmentación de las recetas en pasos bien definidos, acompañados de íconos representativos, tiempos estimados y controles de navegación, contribuye a reducir la carga cognitiva del usuario y favorece una comprensión progresiva de las tareas culinarias. Complementariamente, las pruebas externas evidenciaron que los usuarios perciben este flujo como ordenado, comprensible y fácil de seguir, lo que refuerza la efectividad del diseño pedagógico desde la experiencia real de uso. Este enfoque se ve además respaldado por el análisis cuantitativo del contenido, donde el promedio de pasos, ingredientes y tiempos de preparación se alinea con sesiones de aprendizaje realistas y manejables, especialmente para usuarios en etapas iniciales e intermedias, validando la coherencia entre el diseño pedagógico y la experiencia de usuario observada.

Desde una mirada pedagógica más amplia, los resultados sugieren que el flujo actual logra un equilibrio adecuado entre simplicidad y profundidad, favoreciendo el aprendizaje continuo sin sobrecargar al usuario. No obstante, tanto el análisis interno como el feedback de las pruebas externas permiten identificar oportunidades de mejora orientadas a enriquecer el acompañamiento durante la ejecución de las recetas, mediante mecanismos de retroalimentación más inmediata y modalidades adicionales de instrucción, como apoyo auditivo o elementos animados. Desde el punto de vista técnico, la

## CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y VALIDACIÓN

incorporación de instrucciones en formato de audio podría implementarse utilizando librerías de text-to-speech disponibles en Flutter, como [flutter tts](https://pub.dev/packages/flutter_tts)<sup>5</sup>, permitiendo transformar dinámicamente los textos de los pasos en instrucciones sonoras sin alterar la arquitectura existente. En cambio, la utilización de íconos animados o transiciones visuales más elaboradas requeriría un trabajo adicional de diseño gráfico, incluyendo la redefinición de los recursos visuales actuales, lo cual excede el alcance de esta memoria. Aun así, estas mejoras constituyen líneas de evolución viables que podrían potenciar el impacto educativo del sistema sin comprometer su usabilidad ni la claridad del flujo pedagógico.

En cuanto a la gamificación, los resultados muestran que los mecanismos implementados puntajes, niveles, medallas, ranking y tienda virtual aportan un componente motivacional efectivo para incentivar la permanencia y la repetición de actividades. No obstante, el feedback cualitativo de los usuarios evidencia que, si bien estos elementos son valorados positivamente, existe una oportunidad de mejora en términos de profundidad motivacional. En particular, se identificó el interés por incorporar dinámicas más competitivas o sociales, como la comparación directa con otros usuarios o la interacción mediante contenido compartido, lo que sugiere que la gamificación podría evolucionar desde un enfoque principalmente individual hacia uno más colaborativo o competitivo, sin comprometer la claridad de la interfaz.

Respecto al Objetivo 5, los resultados asociados a la interfaz de usuario validan que el diseño desarrollado en Flutter presenta una alta consistencia visual, buena legibilidad y una navegación clara entre módulos. Las evaluaciones externas reflejan altos niveles de eficiencia de navegación, facilidad de uso y claridad visual, lo que confirma que las decisiones de diseño paleta de colores, tipografía, jerarquía visual y distribución de componentes favorecen una experiencia de uso fluida incluso para usuarios con distintos niveles de familiaridad tecnológica. Sin embargo, las observaciones relacionadas con el tamaño de algunos íconos y la asociación cromática con el contexto culinario revelan aspectos susceptibles de mejora desde una perspectiva de accesibilidad y adecuación semántica del diseño visual.

Un aspecto relevante que emerge de esta discusión corresponde a la escalabilidad del frontend. La arquitectura modular implementada permite, en su estado actual, ampliar el contenido pedagógico de la aplicación incorporando nuevas recetas, categorías o niveles de dificultad principalmente mediante la adición de información en la base de datos o modificaciones mínimas en textos y filtros, sin requerir cambios estructurales

---

<sup>5</sup>[https://pub.dev/packages/flutter\\_tts](https://pub.dev/packages/flutter_tts)

## CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y VALIDACIÓN

profundos en la aplicación. De forma similar, la eventual incorporación de módulos más avanzados orientados a la gamificación extendida o a interacciones sociales no implicaría una alteración significativa del núcleo del sistema, ya que estos cambios se concentrarían principalmente en módulos específicos como el perfil de usuario, el ranking y nuevas vistas dedicadas a dichas funcionalidades.

No obstante, este tipo de expansión sí requeriría la creación de nuevos módulos de código claramente desacoplados, responsables de gestionar las nuevas interacciones, flujos de navegación y estados asociados, manteniendo separada la lógica pedagógica central. Por ejemplo, la evolución hacia un modelo más cercano a una red social mediante un feed de imágenes compartidas por los usuarios o dinámicas competitivas entre pares introduciría mayores demandas en términos de carga de datos, gestión de rendimiento y experiencia visual, sin afectar directamente la estructura base del flujo de recetas. Sin embargo, una mayor densidad de información por pantalla y el incremento de estímulos visuales podrían derivar en sobrecarga cognitiva o en una pérdida de claridad del flujo principal. En consecuencia, aunque la arquitectura permite esta evolución sin comprometer la estabilidad del sistema, resulta fundamental que cualquier expansión futura se diseñe de manera controlada, asegurando que los elementos sociales y competitivos complementen y no desplacen el objetivo principal de la aplicación, centrado en el aprendizaje culinario guiado.

En relación con la adaptación de la aplicación a otros idiomas, la arquitectura actual permite, a nivel técnico, la incorporación de mecanismos de internacionalización, particularmente mediante el uso de bibliotecas estándar en Flutter como flutter localizations<sup>6</sup> junto con paquetes como intl<sup>7</sup>, los cuales facilitan la gestión de textos dinámicos según el idioma seleccionado por el usuario. Si bien la base tecnológica es compatible con este enfoque y parte de la estructura podría integrarse sin modificaciones profundas, los resultados del desarrollo evidencian que una internacionalización completa requeriría un proceso de refactorización en diversos componentes de la interfaz que actualmente contienen textos estáticos, tales como títulos, descripciones, mensajes de retroalimentación y contenidos asociados a las recetas.

Desde una perspectiva de datos, una adaptación robusta implicaría redefinir el modelo de almacenamiento en Firebase, incorporando colecciones o subcolecciones de recetas por idioma, o bien estructuras multilingüaje dentro de cada documento, de modo que la información textual (nombre de la receta, ingredientes, pasos y descripciones) pueda cargarse dinámicamente según la preferencia lingüística del usuario. Esto también

---

<sup>6</sup>[https://pub.dev/packages/flutter\\_localization](https://pub.dev/packages/flutter_localization)

<sup>7</sup><https://pub.dev/packages/intl>

## CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y VALIDACIÓN

requeriría la incorporación de un sistema de preferencias de idioma persistente a nivel de perfil, permitiendo mantener la selección del usuario entre sesiones y dispositivos.

Cabe destacar que, en su estado actual, la aplicación se encuentra enfocada exclusivamente en recetas de la gastronomía chilena, tanto en términos de contenido como de convenciones culinarias, lenguaje y referencias culturales. Esta delimitación permitió concentrar el diseño pedagógico y la experiencia de usuario en un contexto específico y coherente. No obstante, al proyectar una expansión hacia otros mercados o públicos internacionales, sería necesario revisar no solo el idioma, sino también elementos culturales como unidades de medida, nomenclatura de ingredientes, formatos de tiempo y estilos de preparación propios de cada región. En este sentido, la internacionalización abre una línea de trabajo futura orientada a la localización cultural, cuyo objetivo sería adaptar la experiencia de aprendizaje culinario a distintos contextos culturales sin afectar la coherencia pedagógica ni la experiencia de usuario

Como último tema de discusión, si se considerara la incorporación de un modo claro/oscuro, este puede implementarse utilizando las herramientas nativas de Flutter junto con el sistema de temas de Material Design<sup>8</sup> (ThemeData y ThemeMode), sin requerir librerías externas, lo que implica una complejidad técnica acotada y beneficios claros en términos de usabilidad y confort visual. En contraste, la posibilidad de agregar paletas de colores personalizadas o variaciones de contraste más avanzadas demandaría un mayor trabajo tanto a nivel de diseño como de organización del código, ya que sería necesario definir y mantener múltiples estilos visuales de forma consistente en toda la aplicación. Por este motivo, su implementación resulta más adecuada como una mejora futura, a evaluar en función de las necesidades reales de los usuarios, evitando así cambios innecesarios que puedan complejizar el mantenimiento del sistema

En conjunto, la discusión de los resultados demuestra que el enfoque pedagógico, la arquitectura de la aplicación y el diseño de la interfaz se encuentran alineados con la hipótesis y los objetivos abordados en esta memoria, permitiendo una experiencia de aprendizaje clara, coherente y motivadora. Asimismo, el análisis realizado evidencia que el sistema presenta un alto potencial de evolución en áreas como la escalabilidad funcional, la gamificación y la personalización, siempre que dichas mejoras se implementen de manera controlada y sin desviar el foco principal de la aplicación, centrado en el aprendizaje culinario guiado.

---

<sup>8</sup><https://m3.material.io/>

# Capítulo 5

## Conclusiones y Trabajo Futuro

### 5.1. Conclusiones

El presente trabajo de memoria ha permitido materializar el desarrollo del frontend de SHEFU, una solución tecnológica orientada a abordar los desafíos actuales del aprendizaje culinario doméstico mediante la integración de inteligencia artificial y dinámicas de gamificación. Al finalizar este proceso, es posible concluir que los objetivos planteados fueron cumplidos satisfactoriamente, logrando una herramienta que trasciende el rol de un repositorio de recetas y se posiciona como un tutor interactivo capaz de guiar, acompañar y motivar al usuario de manera personalizada a lo largo de su proceso de aprendizaje.

En primer lugar, los resultados obtenidos permiten validar la hipótesis de trabajo. Se demuestra que una arquitectura modular desarrollada en Flutter, Firebase y TensorFlow Lite, constituye una solución técnicamente viable, robusta y coherente para el aprendizaje culinario. Esta viabilidad se evidencia en la construcción de un prototipo funcional que ofrece una navegación fluida, una visualización clara del flujo pedagógico y mecanismos de retroalimentación automática, permitiendo el seguimiento continuo del progreso del usuario.

Desde la perspectiva de la validación externa, los resultados reflejan una alta aceptación de la solución propuesta. La evaluación realizada por los usuarios evidencia un elevado nivel de satisfacción general, con un promedio de 8.8 sobre 10, lo que confirma la efectividad del diseño centrado en la experiencia del usuario y la claridad del flujo pedagógico implementado. Estos resultados sugieren que la interfaz desarrollada logra

## CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

reducir la carga cognitiva y facilita una interacción intuitiva en el contexto del uso doméstico.

En cuanto a los logros y aprendizajes, se destaca la implementación exitosa de un sistema de gamificación compuesto por niveles, insignias, rankings y una tienda virtual, los cuales contribuyen a reforzar la motivación y la continuidad del aprendizaje. No obstante, los resultados obtenidos también permiten identificar oportunidades de mejora, particularmente en la incorporación de mecánicas de gamificación más avanzadas.

Desde una perspectiva formativa, este proyecto representó un aprendizaje significativo en torno a la integración de desarrollo de software, base de datos y experiencia de usuario, así como en la importancia de diseñar arquitecturas escalables que permitan la evolución futura del sistema.

Finalmente, SHEFU se consolida como una base sólida para futuras investigaciones y desarrollos en el ámbito de la tecnología educativa aplicada a tareas prácticas. La estabilidad funcional del prototipo y la positiva recepción por parte de los usuarios confirman que una solución tecnológica diseñada bajo criterios de coherencia pedagógica, accesibilidad y escalabilidad puede constituir un apoyo efectivo para la adquisición de nuevas habilidades en el entorno doméstico.

### 5.2. Trabajo Futuro

En función de los alcances y limitaciones del prototipo desarrollado, se identifican diversas líneas de trabajo futuro orientadas a su evolución desde un MVP hacia una solución más robusta, escalable y adaptable. Una primera línea corresponde a la profundización de los mecanismos de gamificación, incorporando dinámicas más avanzadas como desafíos temporales, misiones personalizadas, recompensas progresivas y componentes sociales, tales como rankings competitivos o espacios de interacción entre usuarios, manteniendo siempre el foco principal en el aprendizaje culinario guiado. Asimismo, se proyecta fortalecer la personalización de la experiencia mediante recomendaciones más dinámicas de recetas y retos, basadas en el desempeño histórico, las preferencias y el progreso del usuario. Desde el punto de vista pedagógico y de experiencia de usuario, futuras mejoras podrían incluir retroalimentación más inmediata, apoyo multimodal, como instrucciones auditivas y una gestión más rica del perfil, junto con un historial de recetas visualmente más detallado. A nivel técnico, se contempla como trabajo futuro la incorporación de mecanismos de internacionalización y localización cultural,

## CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

permitiendo extender el contenido a otros idiomas y contextos culinarios, así como la implementación de mejoras visuales como el modo claro/oscuro y ajustes de accesibilidad. En conjunto, estas líneas de trabajo permitirían consolidar a SHEFU como una plataforma de aprendizaje culinario más completa, flexible y centrada en el usuario, sin comprometer la claridad del flujo pedagógico ni la mantenibilidad del sistema

# Bibliografía

- [1] Natalie Cheng, “The Ingredients of Design: Diving into the UI of the Zest Cooking App,” Medium, 2024.
- [2] SideChef, “RecipeGen AI: Generate Recipes From Photos,” Business Wire, 2024.
- [3] Whirlpool Corp., “Yummly Smart Cooking Platform,” Press Release, 2020.
- [4] IBM Corp., “Monitoring recipe preparation using instructive device,” US Patent US8992225B2, 2015.
- [5] June Life Inc., “Generative Food Doneness Prediction,” US Patent US12050662B2, 2024.
- [6] Y. Zhang et al., “MIRecipe: A Dataset for Stage-Aware Ingredient Recognition,” ACM Multimedia Asia, 2020.
- [7] R. Marinescu et al., “Data-Driven ITS for Practical Skills,” CSEDU Conference, 2021.
- [8] J. Hamari et al., “Does Gamification Work?” HICSS, 2014.
- [9] Innit Inc., “Personalized Cooking Experience with Smart Appliances,” Supermarket News, 2018.
- [10] Kristina Host et al., “An Overview of Human Action Recognition in Sports Based on Computer Vision,” Univ. Rijeka, 2022.
- [11] TensorFlow, “TensorFlow Lite Guide: Edge ML in Mobile Devices,” Viso.ai, 2024.
- [12] Lin et al., “Automatic Judgment of Food Color and Cooking Conditions Using AI,” Processes Journal, 2021.
- [13] R. Qiao et al., “Food Image Quality Evaluation Using Deep Learning,” IEEE Access, 2020.

## BIBLIOGRAFÍA

- [14] Tasty by BuzzFeed, “Botatouille: AI Cooking Assistant,” Press Release, 2023.
- [15] Flutter Team, “Flutter – Build Apps for Any Screen,” Flutter.dev, 2023.
- [16] Rocket Lab, “Reporte del mercado Mobile App Chile 2024,” 2024. Recuperado de <https://rocketlab.com>
- [17] El País, “Samsung expone cómo la IA cambiará la forma de usar el ‘smartphone’,” 5 de marzo de 2025.
- [18] Global Market Insights, “E-Learning Market Size, Share and Growth Report,” 2024.
- [19] Think with Google, “How people are learning new skills from YouTube, and what that means for brands,” 2023.
- [20] Education Technology Insights, “Gamification in EdTech: Revolutionizing the Learning Experience,” 2024.
- [21] We Are Social Meltwater, “Digital 2024: Chile,” 2024.
- [22] Ministerio de las Culturas, las Artes y el Patrimonio, “Encuesta Nacional de Participación Cultural,” 2023.
- [23] We Are Social Meltwater, “Digital 2024: Chile,” 2024.
- [24] Food Insight, “2023 Food and Health Survey,” International Food Information Council, 2023.
- [25] SENAMA, “Informe Nacional de Envejecimiento Activo,” Servicio Nacional del Adulto Mayor, 2023.
- [26] Google Trends, “Rising searches in cooking and recipes post-pandemic,” 2023.
- [27] Global Market Insights, “E-Learning Market Size, Share and Growth Report,” 2024.
- [28] ISO 9241-210:2019, “Ergonomics of human-system interaction — Part 210: Human-centred design for interactive systems,” 2019.