



**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



**DISEÑO Y DESARROLLO DE APLICACIÓN EN ANDROID PARA
AUTOMANEJO EN PACIENTES CON DIABETES MELLITUS TIPO 1
UTILIZANDO LA TÉCNICA DE JUEGOS SERIOS.**

POR

Francisca Jara M.

Informe Final Memoria de Título presentada a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de
Concepción para optar al grado académico de Ingeniera Civil Biomédica

Profesores guía
Rosa Figueroa I.
Patricio Salman M.

Comisión
María Elena Lagos G.
Mario Medina Carrasco.

Agosto 2025
Concepción
(Chile)

© 2025 Francisca Jara M.

© 2025 Francisca Jara M.

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento.



Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias al apoyo incondicional de la familia, cuya presencia constante y firme apoyo fueron fundamentales a lo largo de todo el proceso. Padres, quienes con su ejemplo enseñaron el valor del esfuerzo, la paciencia y el compromiso con el bienestar ajeno, proporcionando confianza y respaldo que sirvieron como pilares esenciales para la realización de este proyecto.

Acompañante de vida, hermana, por su paciencia en escuchar y cuestionar cuando era necesario, por sus sugerencias inesperadas y, sobre todo, por estar siempre presente, incluso cuando no comprendía completamente el alcance del trabajo en desarrollo.

Se agradece profundamente a aquellos amigos y próximamente colegas que, con gestos sencillos pero significativos, estuvieron presentes durante este proceso. Un café compartido, una conversación en momentos clave y una pausa necesaria, fueron gestos que ayudaron a sostener el esfuerzo en los momentos más exigentes del proyecto.

A todas las personas que viven con Diabetes Mellitus Tipo 1, son escuchadas; gracias a sus relatos, casos de estudio, quejas o datos claves, este trabajo no solo ha logrado aportar contenido valioso, sino que también ha cobrado un sentido profundamente humano, que ha enriquecido el desarrollo de esta aplicación.

El reconocimiento se extiende al equipo académico, cuyo acompañamiento y mirada crítica fueron esenciales para abordar los desafíos éticos y técnicos del proyecto con mayor claridad y responsabilidad.

Finalmente, se desea expresar un agradecimiento a la música, que con cariño y desinterés fue creada especialmente para complementar este trabajo. Su aporte ha sido un acompañamiento fundamental para el desarrollo de este proyecto, brindando una atmósfera de inspiración y motivación en cada etapa del proceso.

Resumen

Este proyecto, comprende el desarrollo de una aplicación móvil Android con el objetivo de fomentar y promover el auto-manejo y adherencia al tratamiento en pacientes de Diabetes Mellitus Tipo 1, cuya prevalencia de diagnóstico incluye desde infantes a adolescentes.

La aplicación utiliza técnicas de gamificación como un apoyo para reducir la carga emocional asociada al cambio de estilo de vida, donde se presenta el desafío de cambios de hábitos, reforzando hábitos saludables, motivación y adherencia mediante mecánicas lúdicas. Además, mejora la comprensión de conceptos y la auto-eficacia con recursos interactivos, abordando desafíos como el uso correcto de insulina. El enfoque de salud digital permite una retención didáctica y atractiva del contenido.

Los incentivos para la participación, corresponden desde la personalización, retroalimentación positiva por medio de recompensas en la realización de tareas, hasta recordatorios y actividades diarias en un entorno minimizando la percepción de carga en el manejo de la patología. La propuesta constituye un ambiente que permite un impacto positivo en la gamificación y autogestión de enfermedades crónicas, fomentando desde la temprana edad la autonomía y a largo plazo, una construcción de hábitos permitiendo así, ser una herramienta educativa, y complemento para el apoyo de pacientes y cuidadores.

La aplicación fue desarrollada utilizando Android Studio definiéndolo como el entorno principal de programación, como plataforma de Backend (autenticación, sincronización de datos, etc) se utiliza Firebase, y el lenguaje Java como base para la lógica de la aplicación. La funcionalidad de la app fue revisada por parte de un equipo multidisciplinario. Su revisión permitió asegurar la claridad, rigurosidad, pertinencia y adecuación de la información presentada, particularmente en temas sensibles como la identificación de síntomas, administración de insulina correctamente, y el conteo de carbohidratos.

Desde el punto de vista computacional, se implementaron diversos algoritmos para mejorar la experiencia del usuario y personalizar el aprendizaje. Entre ellos se destacan: Un ajusta a la dificultad de las actividades según la edad del usuario, y una estructura de control condicional integrada a Firebase para gestionar contenido. La aplicación fue construida respetando criterios de modularidad, manteniendo la independencia funcional de cada bloque educativo.

Con la rectificación de validez y relevancia de la información, el trabajo colaborativo con especialistas en salud e ingeniería permitió obtener como resultado una aplicación funcional y coherente con los objetivos clínicos y pedagógicos del proyecto.

Abstract

This project involves the development of an Android mobile application aimed at promoting self-management and adherence to treatment in patients with Type 1 Diabetes Mellitus, whose diagnosis commonly includes children and adolescents.

The application employs gamification techniques to reduce the emotional burden associated with lifestyle changes, reinforcing healthy habits, motivation, and adherence through playful mechanics. In addition, it improves knowledge and self-efficacy with interactive methods, addressing challenges such as the correct use of insulin. The digital health approach allows for didactic and entertaining knowledge retention.

The incentives for participation range from personalization, positive feedback through rewards for task completion, to reminders and daily activities in an environment that minimizes the perception of burden in the management of the condition. The proposal constitutes an environment that enables a positive impact on gamification and self-management of chronic diseases, promoting autonomy from an early age and, in the long term, the construction of habits, thus becoming an educational tool and a complement for supporting patients and caregivers.

The application was developed using Android Studio as the main development environment. Firebase was employed as the backend platform for authentication and data synchronization, while the application logic was implemented in Java. A multidisciplinary team reviewed the app's functionality to ensure the clarity, accuracy, and appropriateness of the presented information, particularly regarding sensitive topics such as symptom recognition, insulin administration, and carbohydrate counting.

From a computational point of view, various algorithms were implemented to improve the user experience and personalize learning. Among them, one adjusts the difficulty of activities according to the user's age, and a conditional control structure integrated into Firebase manages content. The application was built respecting modularity criteria, maintaining the functional independence of each educational block.

With the rectification of validity and relevance of the information, the collaborative work with health and engineering specialists made it possible to obtain a functional application coherent with the clinical and pedagogical objectives of the project.

Tabla de contenidos

Capítulo 1. Introducción	9
1.1 INTRODUCCIÓN GENERAL	9
1.2 OBJETIVOS.....	10
1.2.1 <i>Objetivo General</i>	10
1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i>	10
1.3 ALCANCES Y LIMITACIONES	10
1.4 METODOLOGÍA	11
1.5 TEMARIO	14
Capítulo 2. Marco Teórico	16
2.1 INTRODUCCIÓN	16
2.1.1 <i>Efectos del aprendizaje</i>	16
2.2 AUTOMANEJO EN PACIENTES CRÓNICOS.....	17
2.2.1 <i>Automanejo en pacientes con T1D</i>	17
2.3 APLICACIONES MÓVILES PARA EL AUTO-MANEJO EN PACIENTES CRÓNICOS	20
2.3.1 <i>Aplicaciones móviles para el auto-manejo de pacientes con T1D</i>	21
2.4 GAMIFICACIÓN Y JUEGOS PARA EL AUTO-MANEJO	22
2.4.1 <i>Gamificación y juegos para el auto-manejo de pacientes con T1D</i>	24
2.5 DISCUSIÓN.....	26
Capítulo 3. Diseño de la aplicación	27
3.1 INTRODUCCIÓN	27
3.2 INTERFAZ	27
3.2.1 <i>Login</i>	27
3.2.2 <i>Menú Principal</i>	27
3.2.3 <i>Personalización del avatar</i>	29
3.2.4 <i>Juegos</i>	29
3.2.5 <i>Manejo</i>	31
3.2.6 <i>Configuración de Perfil</i>	31
3.2.7 <i>Información</i>	31

3.2.8	<i>Configuración de Planner de comidas</i>	33
3.3	ARQUITECTURA, ALGORITMOS Y PATRÓN DE DISEÑO	34
3.3.1	<i>General</i>	34
3.3.2	<i>Login</i>	35
3.3.3	<i>Registro de cuenta</i>	35
3.3.4	<i>Formulario inicial</i>	36
3.3.5	<i>Configuración</i>	36
3.3.6	<i>Selección de avatar y adornos</i>	38
3.3.7	<i>Información</i>	39
3.3.8	<i>Monitoreo de Glucosa</i>	42
3.3.9	<i>Planificación semanal de comidas</i>	45
3.3.10	<i>Minijuego educativo: Reconocimiento de síntomas</i>	46
3.3.11	<i>Minijuego educativo: ¿Qué insulina va aquí?</i>	48
3.3.12	<i>Minijuego educativo: ¿Dónde me inyecto?</i>	50
3.3.13	<i>Minijuego educativo: ¿Qué estoy comiendo?</i>	50
3.3.14	<i>Minijuego educativo: Empatía y comprensión del diagnóstico</i>	52
3.3.15	<i>Desafíos aleatorios: ¡Pon a prueba tus conocimientos!</i>	54
3.4	DISCUSIÓN.....	55
Capítulo 4.	Resultados	57
4.1	INTRODUCCIÓN	57
4.2	RESULTADOS	57
4.2.1	<i>Pruebas en dispositivos Android</i>	57
4.2.2	<i>Retroalimentación de expertos</i>	58
4.3	DISCUSIÓN.....	59
Capítulo 5.	Conclusiones	61
5.1	CONCLUSIONES.....	61
5.2	TRABAJO FUTURO	62
Capítulo 6.	Glosario	63
Capítulo 7.	Referencias	64
Anexo A.	Diseño de la Aplicación	71
Anexo B.	Criterios de evaluación funcional	71

Índice de Tablas

3.1	Resumen de aspectos abordados en los mini-juegos educativos	30
3.2	Tipos de alarmas programables en el módulo de monitoreo	43
3.3	Síntomas comunes de la Diabetes Mellitus Tipo 1 según tipo de alteración glucémica . .	48
4.4	Comparación del comportamiento de la interfaz en distintos dispositivos	57
4.5	Síntesis de criterios funcionales validados por expertos	58
4.6	Sugerencias funcionales entregadas por los expertos durante la evaluación	59
4.7	Sugerencias de mejora propuestas por los expertos (diseño, interfaz y contenido)	59
B.8	Checklist aplicado para evaluación funcional por usuarios expertos	70



Índice de Figuras

1.1	Índice de prevalencia de T1D en Chile entre los años 2006 y 2021 [1].	10
1.2	Comparación de metodologías ágiles existentes [3].	12
1.3	Diagrama demostrativo del flujo de trabajo [Elab.Propia].	12
1.4	Combinación de mecánicas de juegos [2].	14
2.5	Modelos de transición pediátrica y adulta [4].	18
2.6	Deseos de los pacientes con T1D en las aplicaciones móviles [5].	23
2.7	Estadísticas previo a usar un juego serio versus post jugarlo, evaluando conocimiento y auto-manejo [6].	24
2.8	Componentes de un juego serio [7].	25
2.9	Esquema de funcionamiento de LIDia [8].	26
3.10	Pantallas de inicio de sesión, registro y formulario asociado.	28
3.11	Pantallas de Menú principal para paciente y cuidador asociado.	28
3.12	Pantallas de personalización y tienda separada en adornos y logros.	29
3.13	Pantallas de los mini-juegos.	30
3.14	Pantallas asociadas al manejo de la glucemia.	31
3.15	Pantallas asociadas al control de los perfiles.	32
3.16	Pantallas asociadas tarjetas de información.	32
3.17	Pantallas asociadas a la planificación de comidas semanal.	33
3.18	Diagrama de Flujo: Inicio de la aplicación [Elab.Propia].	35
3.19	Diagrama de Flujo: Configuración y actualización de la información. [Elab. Propia] . . .	37
3.20	Diagrama de Flujo: Manejo de música de fondo. [Elab. Propia]	37
3.21	Diagrama de Flujo: Selección de avatar y adornos. [Elab. Propia]	38
3.22	Diagrama de Flujo: Tienda y sistema de recompensas. [Elab. Propia]	40
3.23	Diagrama de Flujo: Módulo de información [Elab.Propia].	40
3.24	Diagrama de Flujo: Módulo de información para la cuenta de cuidador [Elab.Propia]. . .	41
3.25	Diagrama de Flujo: Llamado a alarma [Elab.Propia].	42
3.26	Diagrama de Flujo: Alarma activada [Elab.Propia].	43
3.27	Diagrama de Flujo: Módulo de monitoreo [Elab.Propia].	44

3.28 Diagrama de Flujo: Módulo de monitoreo cuenta de cuidador [Elab.Propia].	45
3.29 Diagrama de Flujo: Módulo de planificación de comidas [Elab. Propia].	46
3.30 Diagrama de Flujo: Módulo de Juegos, ¿Cómo me siento? [Elab.Propia].	47
3.31 Diagrama de Flujo: Módulo de Juegos, Curvas de insulina [Elab.Propia].	49
3.32 Diagrama de Flujo: Módulo de Juegos, Sitios de inyección [Elab.Propia].	50
3.33 Diagrama de Flujo: Módulo de Juegos, conteo de carbohidratos [Elab Propia].	51
3.34 Diagrama de Flujo: Conteo Infantil [Elab. Propia].	52
3.35 Diagrama de Flujo: Conteo Complejo [Elab. Propia].	53
3.36 Diagrama de Flujo: Juego de empatía con rompecabezas [Elab. Propia].	53
3.37 Diagrama de Flujo: Lógica de activación y ejecución de desafíos [Elab. Propia].	54
3.38 Diagrama de Flujo: Ejecución del juego tipo ahorcado [Elab. Propia].	55
A.39 Diagrama de Flujo [Elab.Propia].	68
A.40 Pantallas diseñadas para la aplicación [Elab.Propia].	68
A.41 Mockup funcionamiento pantallas [Elab.Propia].	69



Capítulo 1. Introducción

1.1 Introducción General

La Diabetes Mellitus Tipo 1 (T1D) es una patología cuya prevalencia nacional, entre los años 2006 y 2019 (antes de la pandemia) fue en promedio de 11,7 casos por cada 100 000 personas. Sin embargo, durante el transcurso de la pandemia (COVID-19), esta cifra aumentó significativamente, alcanzando una prevalencia de 20,2 casos, como se muestra en la Fig.1.1 [1]. A nivel mundial, la incidencia registrada es de 45,1. En este contexto, Europa destaca con una de las tasas más altas, con una incidencia de 74,6, mientras que la región de Centro y Sudamérica presenta una incidencia de 63,2 [9].

Relacionada a esta patología se presentan distintos desafíos relacionados a la nutrición, manejo y monitoreo de la glucosa y/o afecciones psicosociales [10]. Para enfrentar estos desafíos, las enfermeras y los padres son una parte fundamental en el manejo de las crisis asociadas y la prevención de estas, en donde utilizan distintas metodologías para apoyar una adherencia al tratamiento [11].

Para promover esta adherencia, es clave educar al paciente para que desarrolle un automanejo correcto y efectivo, que refuerce su independencia y autonomía [12]. En este contexto, el uso de tecnologías como la gamificación ha demostrado ser útil en la modificación de conductas relacionadas con el tratamiento de enfermedades crónicas. Particularmente en niños y adolescentes, los juegos educativos se presentan como una herramienta efectiva para facilitar el aprendizaje, al aumentar la accesibilidad, la motivación y el compromiso con su propio cuidado [2].

En ese contexto, el uso de tecnologías en procesos educativos orientados a la salud ha aumentado de forma sostenida en los últimos años, facilitando nuevas estrategias para mejorar la comprensión y el compromiso de los pacientes con su tratamiento. Las herramientas interactivas, como los juegos educativos, han demostrado ser especialmente eficaces en este ámbito, ya que fomentan una participación activa, aumentan la motivación y favorecen la adquisición de habilidades necesarias para el autocuidado. Según Qian y Clark (2019), los juegos diseñados con fines educativos pueden fortalecer la comprensión práctica de contenidos, mejorar la toma de decisiones y aumentar la satisfacción del usuario en contextos de aprendizaje aplicado [13].

Considerando esta tendencia y el creciente interés por integrar tecnologías innovadoras en la educación para la salud [14], este proyecto de memoria de título propone el desarrollo de un juego serio orientado a la educación en el auto-manejo de la T1D, con el objetivo de fomentar la autonomía y la adherencia al tratamiento en niños que viven con esta condición.

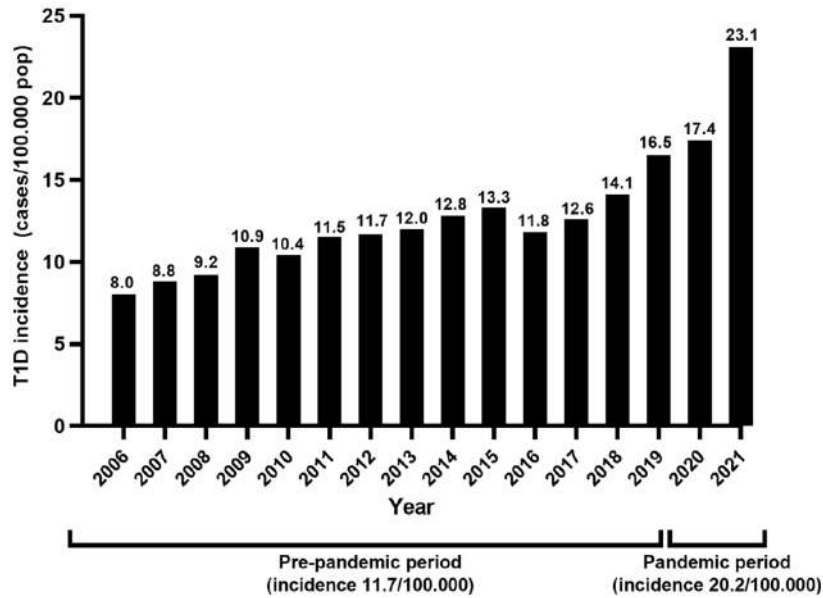


Fig. 1.1: Índice de prevalencia de T1D en Chile entre los años 2006 y 2021 [1].

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Desarrollar una aplicación móvil en Android, para fomentar el proceso de aprendizaje del auto-manejo en pacientes T1D, en apoyo a la adherencia del paciente a partir del primer año de diagnóstico.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Articular y definir desafíos típicos del proceso de educación de pacientes T1D, analizando qué es el auto-manejo y su relación con el modelo de “Patient engagement” en la mejora de la adherencia al tratamiento.
- Revisar la literatura para identificar técnicas de gamificación.
- Evaluar desde el punto de vista técnico y clínico, por parte de expertos en ingeniería y profesionales de la salud, las características principales implementadas en la aplicación, asegurando que cumplan con la funcionalidad esperada para el aprendizaje del automanejo en pacientes con T1D.

1.3 Alcances y Limitaciones

1. La presente propuesta se enfoca en pacientes infantiles y/o adolescentes con T1D, y cuidadores cercanos.

2. La evaluación de la aplicación móvil será realizada por profesionales expertos en la materia, en lugar de los pacientes afectados por esta patología.
3. La evaluación por expertos estará centrada en aspectos funcionales y clínicos, sin abordar usabilidad ni experiencia de usuario.
4. La aplicación poseerá un alcance de compatibilidad con Android Studio (versión *Narwhal / 2025.1.1 Patch 1*) [15].
5. Aunque la literatura reconoce que la gamificación puede favorecer la adherencia al tratamiento en enfermedades crónicas, aún no existe un consenso claro respecto a cuáles técnicas específicas resultan más efectivas en el caso de T1D. Por ello, este proyecto opta por integrar aquellas estrategias que se consideran más comunes y ampliamente validadas en el ámbito de la salud digital.
6. La aplicación no incluirá mecanismos de monitoreo en tiempo real ni conexión con dispositivos médicos.

1.4 Metodología

El diseño y desarrollo de la aplicación se enmarcó en la metodología ágil Mobile-D, adaptada para un equipo reducido compuesto por los tutores y la memorista. Este enfoque facilitó el desarrollo iterativo de la aplicación, con un énfasis en lo funcional, mediante ciclos continuos de interacción y retroalimentación, adecuándose al contexto académico y al alcance del proyecto.

Mobile-D combina elementos de Programación Extrema (XP), el modelo de ciclo de vida basado en Proceso Unificado de Rational (RUP), y principios de escalabilidad propios de la metodología Crystal. Esta combinación estructura el desarrollo en cinco fases principales:

- **Fase de exploración:** Definición del proyecto, planificación general y asignación de objetivos.
- **Fase de inicialización:** Identificación de puntos críticos para anticiparse a posibles obstáculos.
- **Fase de producción:** Desarrollo modular de los requisitos del proyecto, en ciclos iterativos e incrementales.
- **Fase de estabilización:** Verificación de estándares de calidad y corrección de errores críticos.
- **Fase de prueba y corrección:** Ajustes finales con base en retroalimentación interna y validación por expertos [3].

Mobile Process	Mobile D	Hybrid	MASAM	Scrum	SieSS	MADeM	Mobile Ilities	Agile Beeswax
Year	2004	2008	2008	2010	2011	2016	2020	2021
Agile	XP, Crystal	ASD	XP	Scrum	Scrum, Lean	XP, Crystal	Scrum	Scrum
Non-Agile	RUP	NPD	RUP, SPEM	-	Lean Six Sigma	RUP	-	Lean, Kanban
Experimental	Yes	No	No	Yes	Yes	No	Yes	Yes
Based on Experts	Yes	No	Yes	No	Yes	No	No	Yes
Based on Academic	No	No	No	No	No	No	No	Yes
Management Approach	No	Yes	No	Yes	Yes	No	Yes	Yes
Technical Engineering Approach	Yes	No	Yes	No	No	Yes	No	Yes
Operational Approach	No	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes
Methodology Structure	Heavy Weight	Light-weight	Heavy Weight	Light-weight	Light-weight	Heavy Weight	Lightweight	Light-weight

Fig. 1.2: Comparación de metodologías ágiles existentes [3].

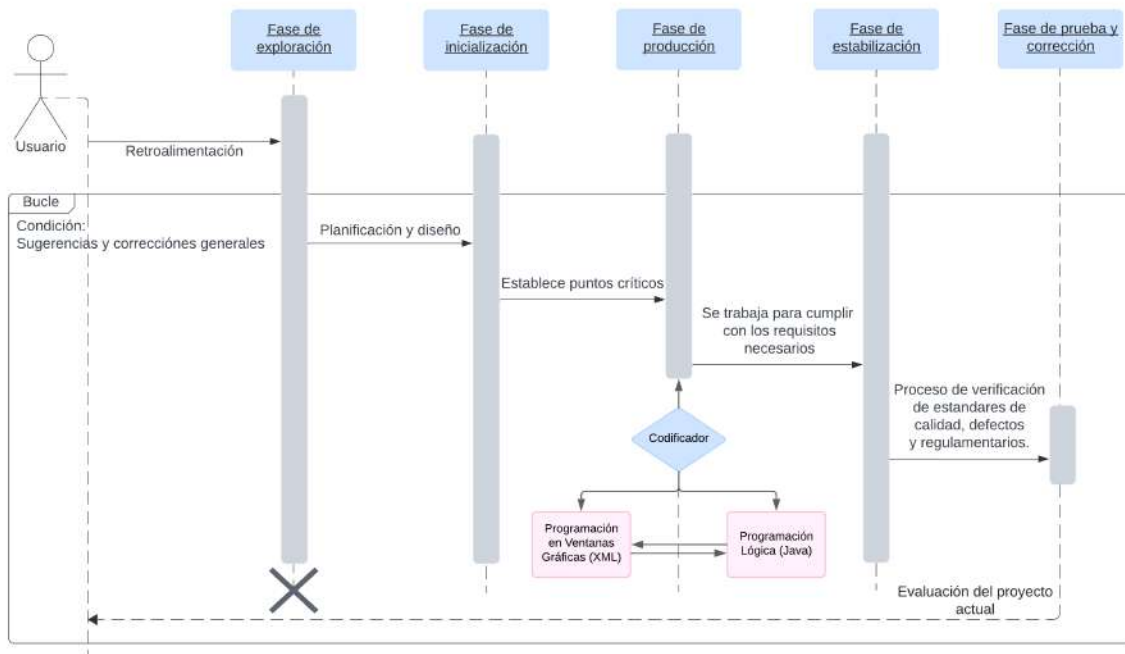


Fig. 1.3: Diagrama demostrativo del flujo de trabajo [Elab.Propia].

Esta metodología fue preferida por sobre otras opciones como Scrum o Beeswax. Las que, aunque ampliamente utilizadas, estas presentan limitaciones en contextos educativos supervisados, y en particular Beeswax, si bien destaca en entornos comerciales, no resulta ideal para aplicaciones con estructuras de juego, como la desarrollada en este proyecto. La Fig. 1.2 compara distintas metodologías ágiles y respalda esta elección [3].

El desarrollo se implementó en la plataforma Android Studio [15], utilizando su interfaz gráfica XML y el lenguaje de programación Java. La Fig. 1.3 muestra el flujo general de trabajo propuesto para el desarrollo.

La plataforma Firebase fue empleada par gestionar de manera segura los datos de los usuarios, esta plataforma, proporciona tanto, autenticación, almacenamiento, como sincronización de datos en tiempo real. Esta elección permite además una potencial escalabilidad multiplataforma, incluyendo entornos

como Windows [16].

Una vez completadas las funcionalidades principales, se llevó a cabo una evaluación técnica y clínica por parte de profesionales del área de la salud e ingeniería, integrantes del equipo tutor y la comisión evaluadora. Esta revisión aseguró el correcto funcionamiento de la aplicación y pertinencia de su contenido, considerando criterios funcionales establecidos. Como se definió previamente en este trabajo, no se incluyeron pruebas con usuarios finales.

La aplicación incorporó elementos de gamificación con el propósito de fomentar la adherencia al tratamiento mediante el aprendizaje autónomo. Para ello, se seleccionaron técnicas recurrentes en intervenciones en salud como recompensas, puntajes acumulativos, avatares y minijuegos. La decisión de utilizar estas mecánicas se basó tanto en su validación en literatura especializada [2] como en su adecuada aplicabilidad al público objetivo. La Fig. 1.4 ilustra esta combinación de mecánicas.



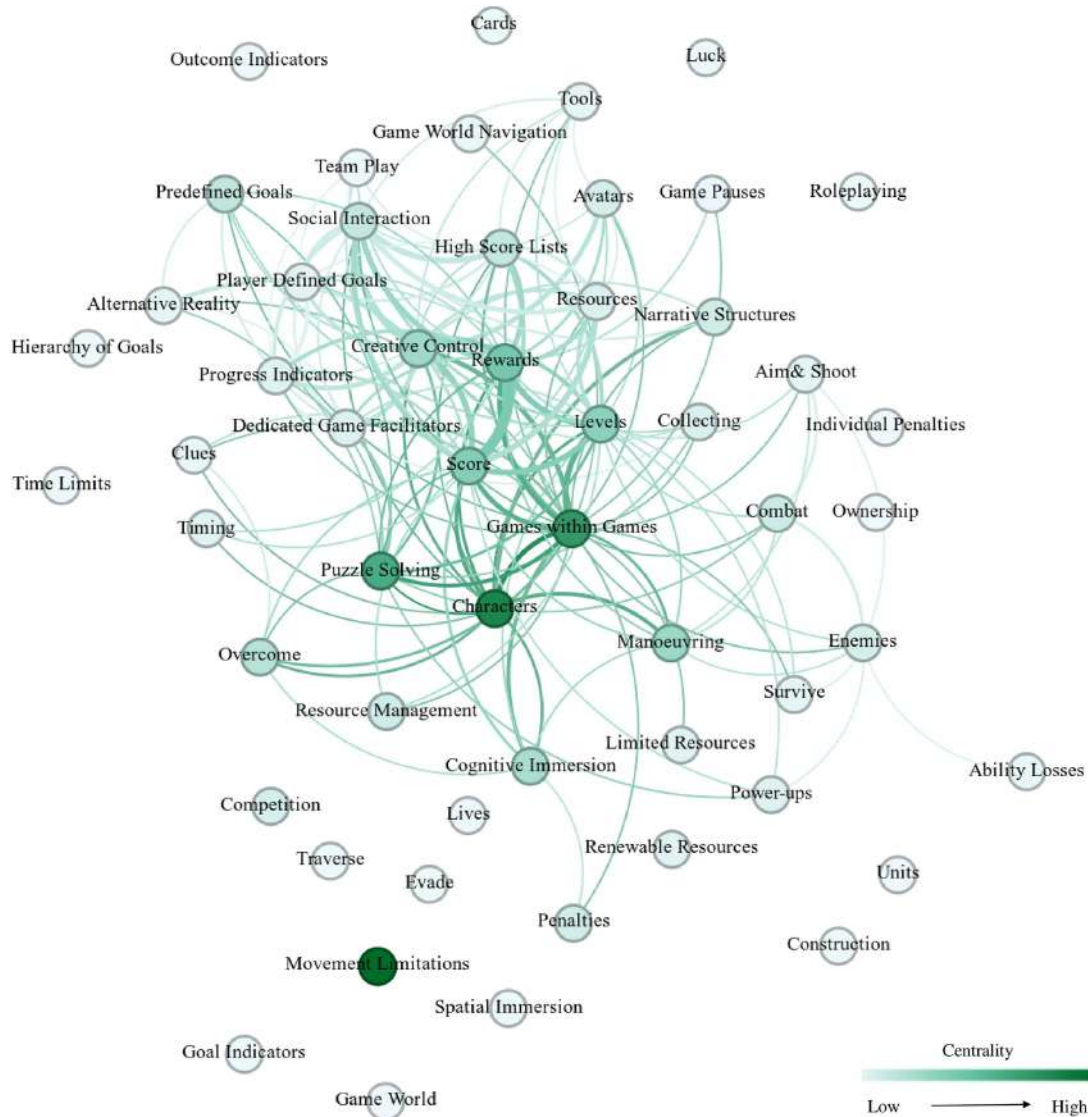


Fig. 1.4: Combinación de mecánicas de juegos [2].

Cabe mencionar que la literatura actual no presenta un consenso claro sobre qué técnicas de gamificación resultan más efectivas según cada patología o grupo etario [2]. No obstante, se priorizó la selección de aquellas mecánicas con mayor aceptación y flexibilidad de adaptación.

1.5 Temario

Este trabajo presenta el siguiente temario:

- (i) Capítulo 1: Comprende la teoría del problema, el estudio bibliográfico de las metodologías a utilizar respecto a la programación y gamificación necesarias para el desarrollo de la aplicación.

- (ii) Capítulo 2: En esta sección se tiene el marco teórico, en el cual se entrega contexto sobre el tema y las tecnologías que se han desarrollado en el área. Además, se tiene una discusión en la que se describe la información más relevante del análisis bibliográfico.
- (iii) Capítulo 3: Describe el proceso de diseño de la aplicación, incluyendo la interfaz de usuario y mockup, además de la selección y justificación de las técnicas de gamificación implementadas, así como el desarrollo del algoritmo principal de funcionamiento.
- (iv) Capítulo 4: Presenta los resultados obtenidos durante el desarrollo, incluyendo la evaluación funcional de la aplicación y su desempeño en distintos dispositivos.
- (v) Capítulo 5: Expone las conclusiones generales del trabajo, así como consideraciones finales y recomendaciones para desarrollos futuros.



Capítulo 2. Marco Teórico

2.1 Introducción

El auto-manejo se define como la capacidad de promover, gestionar y sobrellevar la vida con una condición médica [6]. Para lograrlo, es necesario implementar estrategias educativas que acompañen al paciente en la transición desde una etapa precontemplativa hacia una de aceptación activa de su condición. En este capítulo, se revisa la teoría relacionada con el auto-manejo en pacientes con T1D, con el propósito de identificar las metodologías más adecuadas para el diseño de una aplicación que favorezca la incorporación de conductas orientadas a un manejo efectivo de la enfermedad. Asimismo, se exploran enfoques pedagógicos y herramientas tecnológicas pertinentes para apoyar dicho proceso educativo, además de aquellos recursos necesarios para el desarrollo de la aplicación.

2.1.1 Efectos del aprendizaje

Para el auto-manejo de los pacientes con patologías crónicas, destaca la necesidad de aumentar el empoderamiento, confianza y conocimientos sobre la gestión de la misma, promoviendo una mayor independencia en donde las tecnologías que faciliten el acceso a la información tienen un papel crucial en su monitoreo [17]. Según la literatura, el aprendizaje basado en juegos a edades tempranas, permite diversos impactos en los siguientes ambientes [14]:

- Desarrollo cognitivo: Impacto moderado a grande ($g = 0,46$).
- Desarrollo social: Impacto moderado ($g = 0,38$). En donde puede fomentar la empatía.
- Desarrollo emocional: Impacto moderado ($g = 0,35$). Asociado a un apoyo a la regulación de emocional y una reducción de aspectos como la ansiedad y/o agresión.
- Motivación: Impacto moderado a grande ($g = 0,40$), apoyando a la motivación de niños en el aprendizaje.
- Compromiso: Impacto moderado a grande ($g = 0,44$) [14].

El nivel de impacto, puede variar según el tema que se intenta enseñar, para este contexto, en donde se trabaja con T1D, resulta interesante este impacto en el ámbito emocional, motivación y compromiso.

2.2 Automanejo en pacientes crónicos

Los métodos tradicionales de auto-manejo para pacientes con enfermedades crónicas buscan fomentar la autoeficacia mediante la educación y el acompañamiento clínico. No obstante, lograr que la persona adquiera una sensación real de independencia es un proceso complejo, ya que muchas veces implica un aumento en la frecuencia de las visitas clínicas, lo que puede generar una dependencia mayor del equipo de salud y dificultar la implementación efectiva del auto-manejo. Este desafío se ve reflejado en diversos factores que interfieren en la autonomía del paciente y en su adherencia al tratamiento [12]. Entre los principales obstáculos se identifican los siguientes:

- Alfabetización: Dependiendo de la información previa que posee el paciente, algunos pacientes no interpretan de manera correcta la información médica compleja, sesgando las decisiones que pueden tomar sobre su salud.
- Acceso: Las barreras geográficas, socioculturales o económicas, pueden afectar la eficacia del auto-manejo.
- Apoyo: La falta de sistemas de apoyo, tanto familiar, socio-afectivo o profesionales de la salud, suele provocar dificultades en el manejo continuo de la patología [12].

Por estas razones, el método de auto-manejo ha evolucionado de ser completamente manejado por clínicos a depender principalmente del paciente y su entorno. Para este fin, las nuevas tendencias tecnológicas ofrecen ventajas al introducir formas innovadoras de acceso y educación, permitiendo instruir a los pacientes en habilidades específicas relacionadas con el manejo de su enfermedad. Estas iniciativas han demostrado resultados positivos en la mejora de la autoeficacia [12].

- Tele-medicina: Ayuda a reducir el problema de acceso por distancia geográfica o localidad.
- Aplicaciones móviles y juegos: Fomentan el seguimiento del estado de salud o enseñan como manejar sus patologías.
- Redes sociales: Al compartir experiencias, se promueve el apoyo entre pares [12].

2.2.1 Automanejo en pacientes con T1D

El diagnóstico de T1D, suele estar asociado a un periodo de adaptación y/o transición, en donde los pacientes aprenden sobre de la patología y se adaptan a los efectos que trae la misma. En la Fig 2.5 se observa un gráfico descriptivo de los componentes del modelo de automanejo, en el que se destaca en primer lugar la utilidad de la tele-medicina, consistente en contacto constante con un especialista en

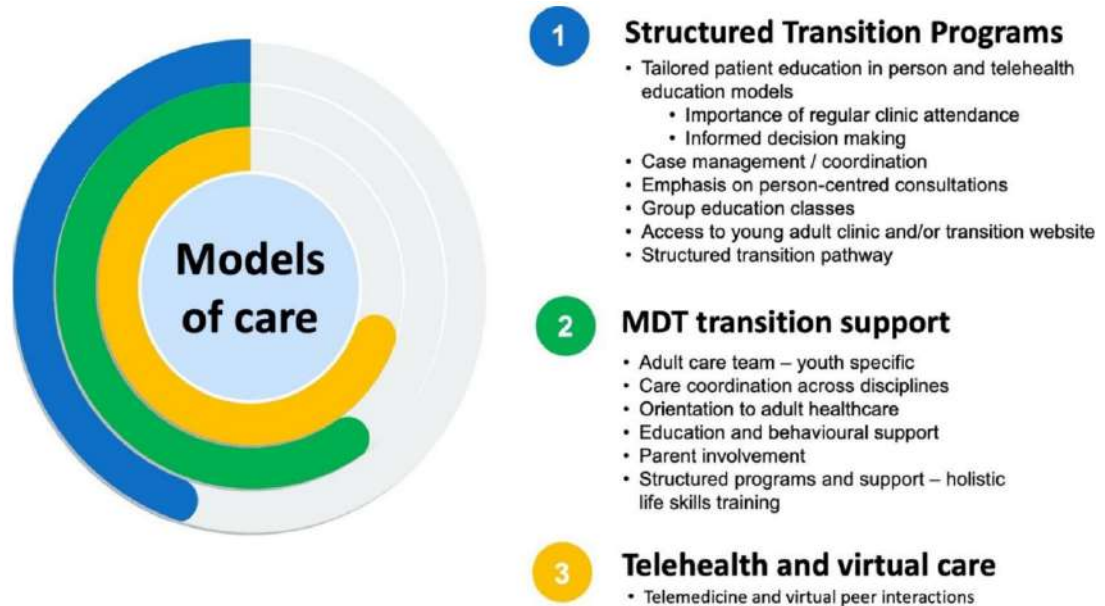


Fig. 2.5: Modelos de transición pediátrica y adulta [4].

la materia o un grupo de apoyo entre pares. Luego, el modelo con un enfoque descriptivo de Equipo Multidisciplinario (MDT), y por ultimo, el programa de transición, los cuales preparan de manera actúa al paciente para que este pueda acceder a los programas telemáticos o un especialista para el manejo del caso [4].

Un ensayo de intervención de un Estilo de vida Flexible para Empoderar el Cambio (FLEX) enfocado en adolescentes de 13 a 16 años, con T1D diagnosticada al menos un año antes y un cuidador involucrado en el manejo de la diabetes, mostró resultados positivos relacionados a mejoras en el comportamiento, auto-manejo, y comunicación entre el cuidador y el paciente provocando cambios positivos en sus emociones y actitudes. Los autores denotaron que estos cambios, permiten una mayor comodidad para hablar de las diabetes, una mayor tasa de aceptación, un mayor empoderamiento de los adolescentes al tomar sus decisiones en el auto-manejo, junto a una mayor comprensión de la situación de los pacientes y el rol propio de los cuidadores. Esta experiencia, mostró que los pacientes querían establecer sus propias metas contra el enfoque más directivo que presentaban sus cuidadores, sin embargo, los adolescentes también expresaron repetitivo el proceso de establecimiento de metas, versus el deseo de los padres de tener más orientación o herramientas para mejorar en el apoyo al auto-manejo de sus hijos [18]. Este ensayo, recalca una vez más, como el entorno, afecta como el paciente se adapta y se relaciona con el auto-manejo.

Con respecto al avance y aceptación de las nuevas tecnologías, se muestra que los niños pequeños, son los que más rápido adoptan tecnologías como bombas de insulina y Monitores continuos de glucosa (CGMs). Niños, para los cuales, se recomienda un valor Hemoglobina Glicosilada (HbA1c) < 7.0 %, sin riesgo de hipoglucemia grave [10].

Los riesgos y desafíos asociados a un mal auto-manejo o un mal control de la diabetes en niños pequeños son:

■ Fisiológicos:

1. Riesgo de impactos neurocognitivos: Con hiperglucemia y variabilidad de la glucosa asociadas con un desarrollo cerebral más lento.
2. Cetoacidosis diabética (DKA): asociada a niveles persistentemente altos de HbA1c cuyo impacto, esta asociado a un deterioro en el funcionamiento cognitivo.
3. Riesgo de hipoglucemia en niños pequeños debido al desarrollo, y por tanto, una mayor tendencia de los cuidadores de mantener los niveles de glucosa altos para evitarlos, y por tanto, provocar hiperglucemia [10].

■ Nutrición:

1. Pocos niños cumplen con las recomendaciones dietéticas para proteínas, grasas y carbohidratos.
2. Dificultades económicas asociadas al alto costo de alimentos saludables, selectividad alimentaria común en personas con rutinas alimentarias rígidas, presión de pares en entornos de socialización, y dificultades para introducir nuevos alimentos.
3. Comportamientos problemáticos y resistivos a causa de niveles de glucosa elevados [10].

■ Actividad física:

1. Temor a hipoglucemia puede hacer que los padres restrinjan o disminuyan las actividades de sus hijos [10].

■ Tecnología:

1. Dolor o incomodidad al usar dispositivos, problemas de adhesión de la piel, barreras financieras, problemas de conectividad, interpretación de datos abrumadora y la naturaleza intrusiva o tranquilizadora de las alarmas [10].

Por otro lado, formas de enfrentar los problemas de nutrición incluyen: administrar insulina antes de las comidas, horarios de alimentación consistentes y apoyo en el manejo del comportamiento alimentario pueden mejorar los niveles de glucosa. En cuanto al uso de tecnologías, si bien pueden presentar dificultades, también ofrecen beneficios significativos. Por ejemplo, los Monitores Continuos de Glucosa (CGMs, por sus siglas en inglés) permiten una supervisión constante y en tiempo real de los niveles de glucosa,

lo que facilita la detección temprana de hipoglucemias o hiperglucemias. Esto reduce la necesidad de múltiples punciones en los dedos y disminuye la carga del manejo diario para los cuidadores. Además, al alertar sobre variaciones peligrosas durante la noche, los CGMs contribuyen a minimizar las interrupciones del sueño y aumentan la sensación de autonomía y seguridad, al proporcionar mayor control y confianza en el manejo de la enfermedad [10].

Estos desafíos y riesgos, nos indican una necesidad de enfrentar el miedo a la hipoglucemia, ya que disminuye considerablemente la libertad del paciente y junto con ello, su sensación de libertad y calidad de vida del niño.

Sabiendo todo lo anterior, lo mínimo indispensable para el auto-manejo de los pacientes pediátricos es:

- Monitoreo de la glucosa en sangre:

1. Corto plazo: Deben medir sus niveles de glucosa en sangre al menos 5 veces al día.
2. Largo plazo: Mantener la HbA1c por debajo de 48 mmol/mol (6,5 %)

- Administración de insulina:

1. Administrar mediante inyecciones subcutáneas múltiples al día o mediante infusión subcutánea continua a través de una bomba de insulina.
2. Tanto pacientes como cuidadores deben aprender las técnicas de inyección, la rotación de zonas para evitar lipodistrofia. También, deben comprender como adaptar las dosis de insulina en función de las comidas y los niveles de glucosa en sangre.

- Conteo de carbohidratos: Permitiendo ajustar dosis de insulina correspondiente a carbohidratos que consumen, lo que les proporciona mayor control en su dieta facilitando el control glucémico.
- Apoyo psicosocial: El diagnóstico de T1D puede tener un impacto emocional significativo, el manejo del estrés, la ansiedad y la depresión, es esencial para un manejo efectivo de la enfermedad

2.3 Aplicaciones móviles para el auto-manejo en pacientes crónicos

Las aplicaciones relacionadas al auto-manejo de enfermedades crónicas suelen estar enfocadas en lo relacionado a la educación y alfabetización relacionada. En Malasia, un estudio sobre una aplicación asociada al asma mostró una alta tasa de adopción de un 77 %, en donde los participantes afirmaron usar la aplicación al menos una vez en el mes. Con una adherencia al tratamiento del 78 % en su segundo mes, donde se destaca la importancia de notificaciones, avisos y el apoyo familiar para este proceso. Y una

retención de 51,4 %, en que los participantes continuaron usando la aplicación por lo menos dos meses posterior al estudio [19].

A nivel mundial, la tendencia de usar aplicaciones ha ido en aumento junto con el crecimiento de la utilización de teléfonos inteligentes. Las Enfermedades Crónicas No Transmisibles (NCDs) presentan una carga importantes a los servicios de salud, por lo que, estrategias como el uso de estas aplicaciones, ofrecen una oportunidad de empoderar a los pacientes y al mismo tiempo recopilar datos de su salud. Un estudio sistemático al respecto, analizó 42 aplicaciones donde se mostró que el 74 % de ellas, se enfocó en el control del peso, y la distribución de las NCDs correspondió a un 12 % en hipertensión, 7 % en diabetes tipo 2, 2 % en enfermedades cardiovasculares y 21 % no especifico en que enfermedades se enfocaron. De ellas un 83 % priorizó el autocontrol, solo un 38 % incluyó la participación de profesionales de la salud, ninguna reporto evidencia sobre su eficacia. Finalmente, para medir la calidad de las aplicaciones se aplico la Escala de Calificación de Aplicaciones Móviles (MARS), donde se obtuvo un promedio de 3,2 sobre 5, con funcionalidad como categoría mejor calificada. Estos resultados, muestran que para abordar las aplicaciones móviles se debe contar con [20]:

- Investigación rigurosa: Se requiere investigación exhaustiva para evaluar la eficacia de las aplicaciones móviles en diferentes enfermedades crónicas y poblaciones o justificar su uso.
- Participación de profesionales de la salud: Su colaboración en el desarrollo es clave para asegurar relevancia clínica e integración con la atención médica tradicional.
- Estándares de calidad: Esto incluye validación científica, seguridad y usabilidad [20].

2.3.1 Aplicaciones móviles para el auto-manejo de pacientes con T1D

Los CGMs son un estándar en el tratamiento de T1D, en donde el Modelo de Aceptación de la Tecnología (TAM), influirá en la afinidad digital del individuo y qué CGMs utilizará, por ejemplo, pacientes con mayor afinidad digital prefieren sistemas más complejos con interconectividad digital. Esto es relevante, porque, usuarios de Dexcom y Abbott (FreeStyle), en su mayoría, utilizan una aplicación móvil para el manejo de sus diabetes, y por tanto, están más abiertos a usar otros sistemas para el auto-manejo. Esta afinidad, también se ve reflejada en el uso de la bomba de insulina, en donde, preferían sistemas que permitiera terapia de Circuito Cerrado Híbrido (HCL). Por esto, se destaca la necesidad de promover la alfabetización digital en salud para que los pacientes con T1D, puedan utilizar las funciones disponibles de sus dispositivos de manera eficaz o puedan escoger la opción que más les convenga, mejorando así su auto-manejo [21].

Por otro lado, un artículo denota que el impacto de las aplicaciones móviles para el auto-manejo en adultos y personas mayores, mostró una disminución en los niveles de HbA1c del 0,39 % versus el

habitual (IC del 95 %: 0,24-0,54). Además de mejoras en el comportamiento, motivación, adherencia al tratamiento farmacológico, dieta y actividad física, sin embargo, estos datos no hacen diferencia entre la diabetes mellitus tipo 1 y tipo 2, por lo que pueden estar sesgados [22].

En el ámbito psicosocial, un estudio centrado en el Entrenamiento de Automanejo en línea (iSMT) y la terapia de Juegos para Pacientes Infantiles (PCP) se enfoca en generar herramientas para la educación sobre nutrición, realización de actividad física, administración de insulina y pruebas de glucosa en sangre. Además, aborda el reconocimiento de emociones, resolución de problemas, técnicas de relajación, y estrategias para el manejo de la ira y la ansiedad. Ambos enfoques demostraron ser eficaces en la disminución de problemas internalizados y externalizados. Sin embargo, se recalca, en el caso del iSMT, no se evidenció una diferencia significativa, lo cual fue atribuido por los autores a la dificultad de transferir ciertos conceptos educativos al entorno virtual. Los mismos autores señalan que este resultado podría estar influenciado por la edad y el nivel de desarrollo de los participantes. Además, proponen que una estrategia más efectiva habría sido combinar los juegos con la educación en línea [23].

Una aplicación para el auto-manejo en T1D, corresponde a DigiBete, la cual educa a niños, jóvenes, familias y profesionales de la salud que manejan la T1D. por medio de vídeos sobre el conteo de carbohidratos, deportes, y almacena información sobre dosis y configuraciones de la bomba de insulina. Esta aplicación en particular, presenta que el 45,7 % de sus usuarios detonan que ayudó al manejo de su T1D, el 83,7 % de los profesionales de la salud, consideró que la aplicación ayudaba a sus pacientes al manejo de la patología, y el 58,4 % considero que la aplicación ahorra tiempo y dinero [24].

Además, se destaca el deseo de los pacientes con T1D de evitar la hipoglucemia [5], como se observa en la Fig 2.6.

Todo esto, indica que las aplicaciones para el auto-manejo en pacientes con T1D, tienen el potencial para fomentar la educación con respecto a la patología junto a sus dispositivos asociados, fomentando una mejor calidad de vida.

2.4 Gamificación y juegos para el auto-manejo

La educación en métodos pasivos o tradicionales, como conferencias y folletos, son ineficientes a la hora de tratar con adolescentes o niños [25].

Para enfrentar esto, se diseñan juegos serios cuyo objetivo más allá del entretenimiento comprende desde aumentar el conocimiento de la enfermedad, mejorar las habilidades de autogestión, fomentar la participación del paciente en el manejo, adaptarse a las necesidades individuales y proporcionar un entorno de aprendizaje atractivo y motivador [6].

Los resultados han mostrado estadísticas variadas, pero siempre positivas, como se muestra en la Fig 2.7. Hay que tomar en consideración los desafíos presentes en el momento de diseñar o usar un juego

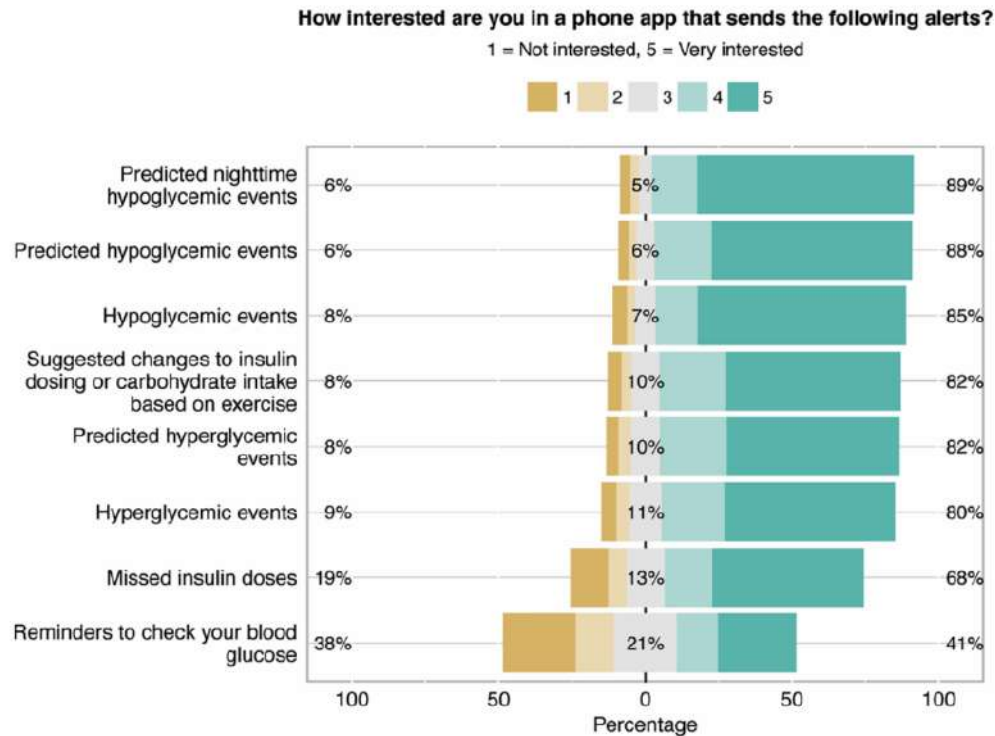


Fig. 2.6: Deseos de los pacientes con T1D en las aplicaciones móviles [5].

serio, como la calidad metodológica, heterogeneidad en la población de pacientes, junto a la importancia de los aspectos emocionales y actitudinales [6].

El uso de juegos serios con este propósito ha aumentado debido a la necesidad de encontrar métodos efectivos para involucrar a los pacientes en su propio cuidado y encontrar alternativas ante las limitaciones de los métodos tradicionales [26].

Este método en particular, permite:

- Mejorar la comprensión del paciente sobre su enfermedad, presentando información compleja de una manera atractiva y simple, facilitando el aprendizaje.
- Facilitar el desarrollo de habilidades de autogestión, permitiendo practicas virtuales y simulación de situaciones, que puedan resultar en la adquisición de habilidades en la vida real, ya sea control de glucosa, toma de medicamentos, o toma de decisiones saludables.
- Promover la participación activa del paciente.
- Personalizar la experiencia del paciente, añadiendo dificultad exclusiva de cierta edad y contenido, optimizando el compromiso.

Source	Knowledge pretest, mean (SD)		Knowledge posttest, mean (SD)		Self-management pretest, mean (SD)		Self-management posttest, mean (SD)	
	Game	Control	Game	Control	Game	Control	Game	Control
Rubin et al. (1986) ³³	76.1 (12.8) ‡	78.4 (14.5)	90.5 (NR) [§]	80.0 (NR)	NR	NR	43.8 (9.3) [§]	37.8 (7.9)
Brown et al. (1997) ³⁴	16.1 (4.5)	16.2 (5.6)	17.2 (4.9)	16.9 (4.4)	4.9 (1.2)	5.0 (±1.1) †	5.2 (0.9) [§]	4.7 (1.3)
Homer et al. (2000) ³⁵ (%)	60 ‡	57	77 [§]	63	/	/	2.07	2.17
Bartholomew et al. (2000) ³⁶	13.7 (4.4) ‡	14 (4.9) †	16.4 (5.9)	15.8 (4.8)	34.6 (±8.1)	35.0 (±8.5)	36.2 (7.9)	33.8 (7.2)
Shegog et al. (2001) ³⁷	18.6 (5.1) *, ‡	15.7 (5.8)	21.1 (5.4) [§]	17.8 (6.3)	/	/	/	/
Huss et al. (2003) ³⁸	15.8 (2.2)	15.8 (2.1)	16.3 (1.5)	16.1 (2.6)	/	/	/	/
Kumar et al. (2004) ³⁹	NR	NR	NR ‡	NR	NR	NR	78	68
McPherson et al. (2006) ⁴⁰	19 (3.98) ‡	17.47 (3.81)	22.97 (NR) ^{b, §}	19.02 (NR) ^b	/	/	/	/
Kato et al. (2008) ⁴¹	0.59 (0.2) ‡	0.60 (0.2)	0.66 (0.2) [§]	0.63 (0.2) [§]	NR	NR	62.3 (62.9)	52.5 (37.6)

^a Measurement at the final timepoint. Measurement was carried out at multiple timepoints after baseline.

^b Calculated based on baseline data and mean change.

SD, Standard Deviation; NR, not reported; /, not studied.

* Statistical significance between groups pretest.

[§] Statistical significance between groups posttest.

‡ Statistical significance within game group pretest vs. posttest.

† Statistical significance within control group pretest vs. posttest.

Fig. 2.7: Estadísticas previo a usar un juego serio versus post jugarlo, evaluando conocimiento y auto-manejo [6].

- Crear un entorno de aprendizaje seguro y libre de riesgos, permitiendo errar de manera segura y observar consecuencias asociadas a sus errores sin consecuencias negativas en la vida real [26].

El interés en esta área ha aumentado en la investigación desde 2017, concentrando las áreas de medicina, ciencias de la computación e ingeniería. Si bien, estos estudios son diversos, los más investigados comprenden salud en general, rehabilitación, realidad virtual, trastornos mentales y cognitivos. Estos permiten no solo a los pacientes a relacionarse con su enfermedad, sino, que permite a los estudiantes de la salud estudiar sobre la patología asociada [26].

Por otro lado, las mecánicas más comunes fueron: recompensas, puntuación control creativo e interacción social, de las herramientas evaluadas por otro autor, responde a que alrededor de un 85 % justifica la utilización de gamificación, pero solo el 45 % justifico una mecánica de juego específica [2].

Entre las metodologías para crear un juego serio, y los componentes necesarios para su realización, se consideran metodologías ágiles, en donde se puede observar el esquema de la Fig 2.8 [7].

2.4.1 Gamificación y juegos para el auto-manejo de pacientes con T1D

Aunque la diabetes mellitus tipo 2 representa actualmente cerca del 95 % de los casos, se prevé que la prevalencia de la tipo 1 aumente de manera sostenida hacia 2030, año en que se estima que habrá 578 millones de personas con diagnóstico de diabetes. Tomando esto en consideración, toma relevancia el que los juegos serios hayan permitido una disminución de HbA1c, junto con el conocimiento de la patología,

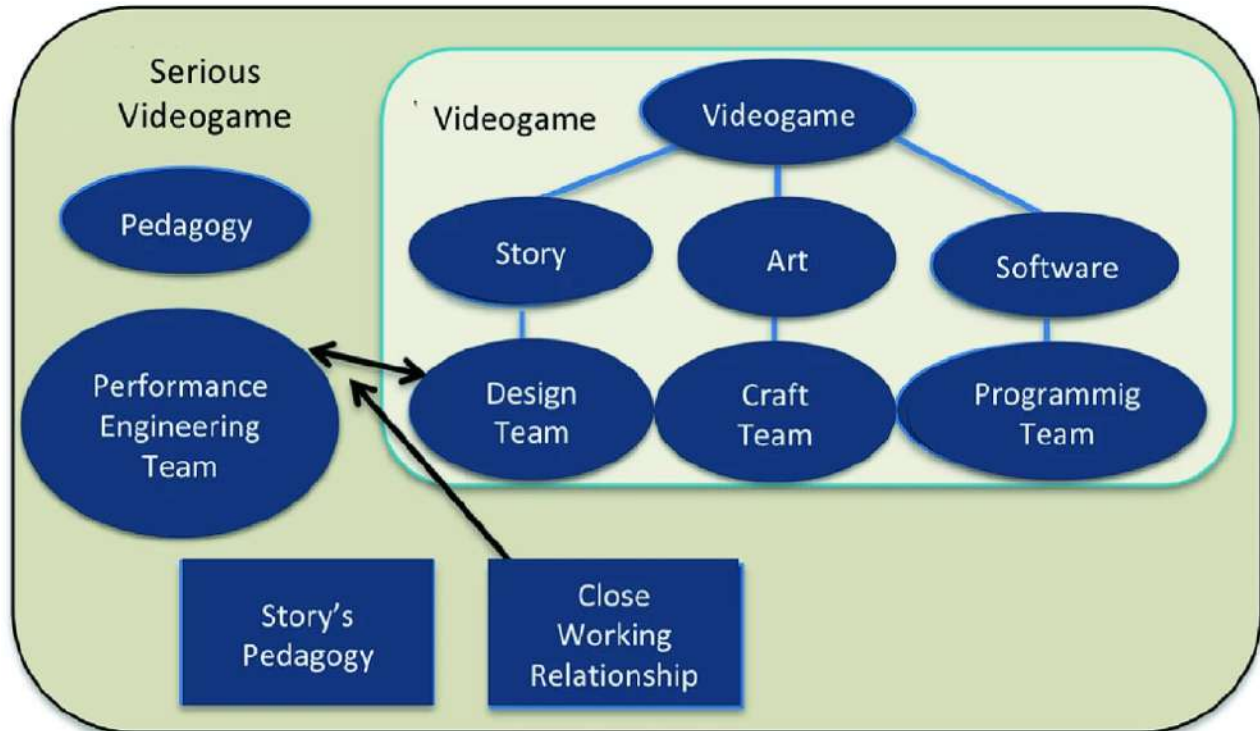


Fig. 2.8: Componentes de un juego serio [7].

el control de la glucosa, administración de la insulina, y la importancia del estilo de vida, lo que involucra una dieta saludable junto a un bienestar psicológico, promoviendo el aprendizaje en el manejo del estrés, reduciendo ansiedad, depresión, y angustia [27]. Aún con esto, ya que muchos pacientes se diagnostican en su juventud, se presentan desafíos asociados al diseño atractivo y efectivo, manteniendo el equilibrio entre diversión y aprendizaje, considerando una comunicación entre paciente y profesional de salud [27].

Un estudio focalizado en un juego serio especializado en diabetes, “WeCan”, mostró una tasa de respuesta del 64,52 %, donde adolescentes completaron todas las secciones del juego. El 81,8 %, se mostró satisfecho con la aplicación, prefiriendo contenido de cognición, emociones, y comunicación. Por el contrario que las menos preferidas fueron las de problemas y comunicación con sus padres. Este estudio, demuestra que es posible y factible que los adolescentes utilicen estas herramientas, sin embargo, hay que tener en consideración, que este estudio, no consideró, una medición en el índice glucémico [28].

Otra aplicación, Aprender y Mejorar Diabetes (LIDia) dirigido a niños y adolescentes, focalizada en la hipoglucemia, enseñó a reconocer los síntomas y como tratarlos, sin embargo, a diferencia de otros juegos serios, este es un juego de aventura, donde el jugador debe elegir entre diferentes acciones para manejar la situación evitando que la hipoglucemia empeore, su diseño se puede observar en la Fig 2.9 [8].

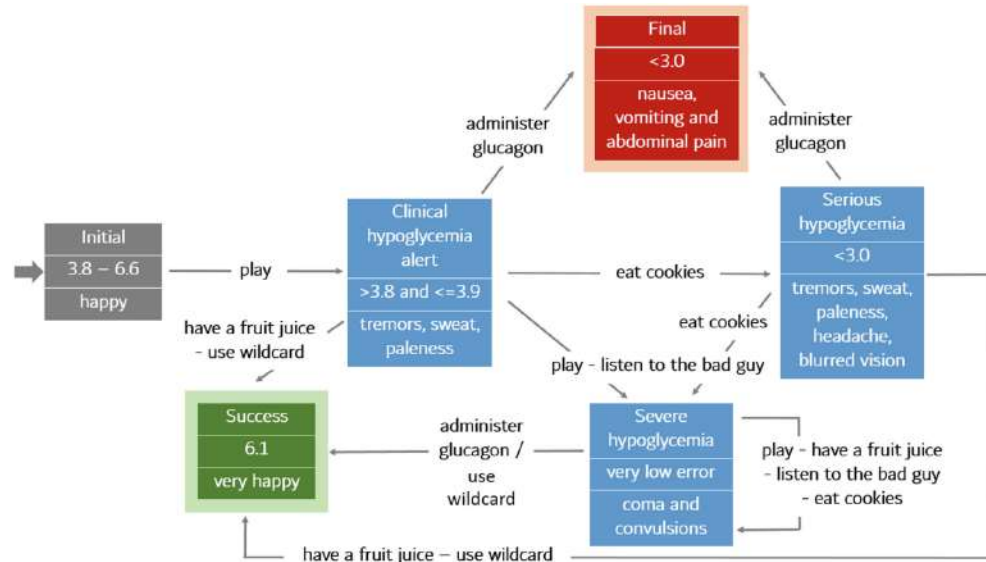


Fig. 2.9: Esquema de funcionamiento de LIDia [8].

2.5 Discusión

En la bibliografía revisada, se establece que el auto-manejo de pacientes con T1D, presenta un desafío multidisciplinario combinando educación, tecnología y motivación, cuyo objetivo primordial es empoderar a los pacientes para mejorar su calidad de vida, ya sea por herramientas tradicionales o tecnológicas que mejoren el acceso a la información y comprensión de su patología. En los últimos años, se ha establecido la utilidad que pueden tener los juegos serios para esta patología en particular, obteniendo retroalimentación instantánea sobre sus decisiones de tratamiento, a pesar de que aún no hay un consenso sobre qué técnicas de gamificación son más eficaces a la hora de tratar con ciertas patologías crónicas, por lo que se sugiere seguir investigando al respecto. En el ámbito tecnológico, el uso de metodologías ágiles para el desarrollo de la aplicación permitirá una aplicación eficaz, entretenida y llamativa para sus usuarios.

Capítulo 3. Diseño de la aplicación

3.1 Introducción

En el siguiente capítulo se describe el diseño y funcionamiento de la aplicación junto con el diseño de pantallas principales las que se pueden observar en la Fig. A.40, Mockup general en el Anexo A. Fig A.41 y funcionamiento asociado, establecido en el diagrama de flujo detallado en Anexo A. Fig A.39. Especificando el funcionamiento de cada una de las pantallas con su respectiva justificación para esta en base a los objetivos planteados.

3.2 Interfaz

3.2.1 Login

La pantalla inicial corresponde al módulo de inicio de sesión, diseñado para proteger la privacidad del usuario mediante un sistema de autenticación por correo y contraseña. Desde esta pantalla, es posible ingresar, registrarse o recuperar credenciales en caso de olvido.

Para crear su cuenta, se requerirá que el usuario, registre un correo, contraseña, edad, e información personal relacionada con su tratamiento actual. Esta información permite adaptar tanto el nivel de dificultad de los módulos como el lenguaje utilizado, promoviendo una experiencia más personalizada y adecuada al grado de autonomía del usuario. La información personal incluye datos establecidos por el médico tratante, como dosis y horarios de insulina, además de detalles sobre su rutina diaria, como la práctica de ejercicio físico, ya que estas actividades pueden requerir ajustes adicionales en el monitoreo glucémico.

En el momento del registro, el usuario deberá establecer el uso de la aplicación como paciente o cuidador, cuyas cuentas quedaran vinculadas.

Una vez, este seguro de su correo y contraseña, se valida un correcto inicio de sesión pasando a la pantalla de menú.

Las pantallas asociadas para el manejo de inicio de sesión se pueden observar en la Fig. 3.10.

3.2.2 Menú Principal

Cuando se inicia sesión desde el modulo de paciente por primera vez, será dirigido directamente al módulo de *Personalización del Avatar*, en lugar de iniciar en Menú Principal, esto para garantizar la selección de un avatar con el que puedan empatizar en los demás módulos.

En sesiones subsecuentes, el usuario será dirigido al menú principal, desde donde podrá elegir el módulo de su preferencia. Este diseño permite flexibilidad en la interacción y fomenta la exploración de



Fig. 3.10: Pantallas de inicio de sesión, registro y formulario asociado.

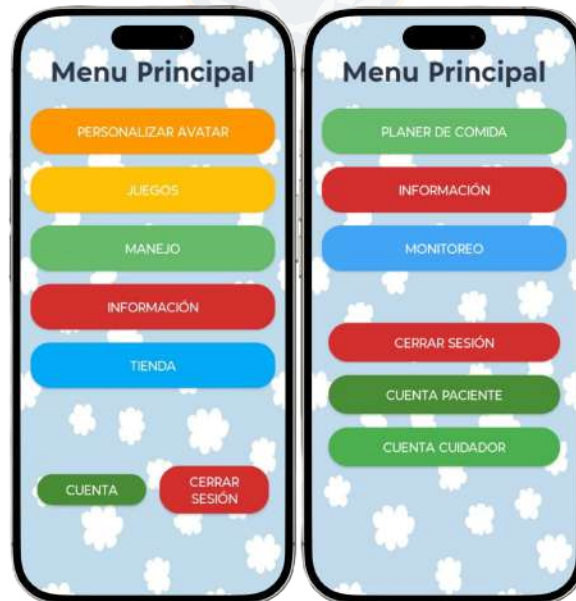


Fig. 3.11: Pantallas de Menú principal para paciente y cuidador asociado.



Fig. 3.12: Pantallas de personalización y tienda separada en adornos y logros.

las diferentes funcionalidades de la aplicación.

Por otro lado, el Menú principal asociado a la cuenta de cuidador, presenta menos opciones de botones, ya que, a diferencia de la cuenta destinada a pacientes, esta cuenta de cuidador, esta destinada a un monitoreo al uso de la aplicación por parte del infante además de recomendaciones para situaciones que tendrá que lidiar como cuidador. Estas pantallas se pueden observar en la Fig. 3.11.

3.2.3 Personalización del avatar

Este módulo permite al usuario elegir y personalizar un avatar.

El usuario puede desplazarse entre opciones de avatares utilizando botones laterales y seleccionar su avatar preferido con el botón *OK*

Si el usuario ha comprado un ítem en el módulo de *Tienda*, al presionar continuar, puede escoger si desea utilizarlo para adornar su avatar. Como se puede observar en la Fig. 3.12.

3.2.4 Juegos

Este módulo corresponde a 6 mini-juegos diseñados con base a consideraciones y como manejar su patología, especialmente en el primer año de diagnóstico. Abordando los aspectos señalados en la Tabla 3.1.

En su conjunto, los mini-juegos están destinados a un complemento en la enseñanza y educación sobre el auto-manejo de esta patología, donde, se establece la configuración del mismo según el rango etario



Fig. 3.13: Pantallas de los mini-juegos.

Tema abordado	Descripción del objetivo educativo
Síntomas glicémicos	Reconocimiento de hipoglucemia, hiperglucemia y síntomas compartidos.
Conteo de carbohidratos	Estimación de HDC en alimentos simples y combinados.
Sitios de inyección	Ubicación adecuada para una correcta absorción subcutánea.
Autocuidado diario	Refuerzo de actividades como medir glucosa e inyectarse.
Conductas evitadas	Estímulo a prácticas complejas como el ejercicio planificado.
Empatía	Simulación de síntomas mediante juegos cooperativos.
Uso de insulina	Selección de tipo de insulina según curvas simuladas.
Alfabetización clínica	Juego de adivinanza de conceptos como insulina o glucagón.

Tabla 3.1: Resumen de aspectos abordados en los mini-juegos educativos



Fig. 3.14: Pantallas asociadas al manejo de la glucemia.

del usuario, ya sea por su dificultad o por el lenguaje utilizado, las pantallas diseñadas se encuentran en la Fig. 3.13.

3.2.5 Manejo

Este módulo, diseñado para el control de la glucemia, posee la opción de registrar el valor de la glucosa manualmente, programar alarmas para monitoreo e inyección de la insulina de ser necesaria, posee instrucciones gráficas del uso del glucometro o del sensor como se puede observar en la Fig. 3.14.

3.2.6 Configuración de Perfil

Los perfiles, son creados por medio de un formulario al inicio de la aplicación, esta información con el paso del tiempo puede cambiar, por lo que se establece una pantalla de configuración par poder cambiar la información en cualquier momento o eliminar la cuenta. El perfil del paciente, esta vinculado al del cuidador, por lo que el cuidador puede observar y actualizar los datos del paciente, pero lo contrario no es valido.

Las vistas distintas de esta clasificación de perfiles, se puede observar en la Fig. 3.15.

3.2.7 Información

Para apoyar la alfabetización y comprensión de la enfermedad, se desarrolló un módulo informativo disponible tanto para el perfil del paciente como para el del cuidador. En el caso del paciente, la tarjeta informativa se presenta en un lenguaje ajustado para su edad, para que estos conceptos clave relacionados con la patología, sean mas fáciles de comprender para ellos.

Configuración

Nombre:
Fran

Correo electrónico:
francisca.jara@biomedica.udec.cl

Edad:
24

Peso (kg):
70

Altura (cm):
170

Dosis basal diaria (unidades):
10

Número de inyecciones basales al día:
2

Horarios de insulina:
09:15
20:30

Nombre:
Francisca

Correo electrónico:
mar123fra@gmail.com

Correo del paciente
francisca.jara@biomedica.udec.cl

☐ Revisar glucosa del paciente
☐ Verificar sensores y glucómetro
☐ Registrar dosis de insulina
☐ Supervisar alimentación

Música de fondo
Sonidos de botones

ACTUALIZAR

ELIMINAR CUENTA

Fig. 3.15: Pantallas asociadas al control de los perfiles.

¡Hola, Francisca!

☀️ ¿Estoy haciendo lo mejor que puedo?

💜 Sí. Estás aquí, leyendo esto. Eso ya es una muestra de cuidado.

📝 Actividad: Escríbelo en una nota y pégalo donde lo veas cada día.

ANTERIOR **SIGUIENTE**

¡Hola, Fran!

☀️ Automanejo en jóvenes

Eres independiente, pero eso no significa que debas hacerlo todo solo. La constancia es clave.

SIGUIENTE **ANTERIOR**

Fig. 3.16: Pantallas asociadas tarjetas de información.

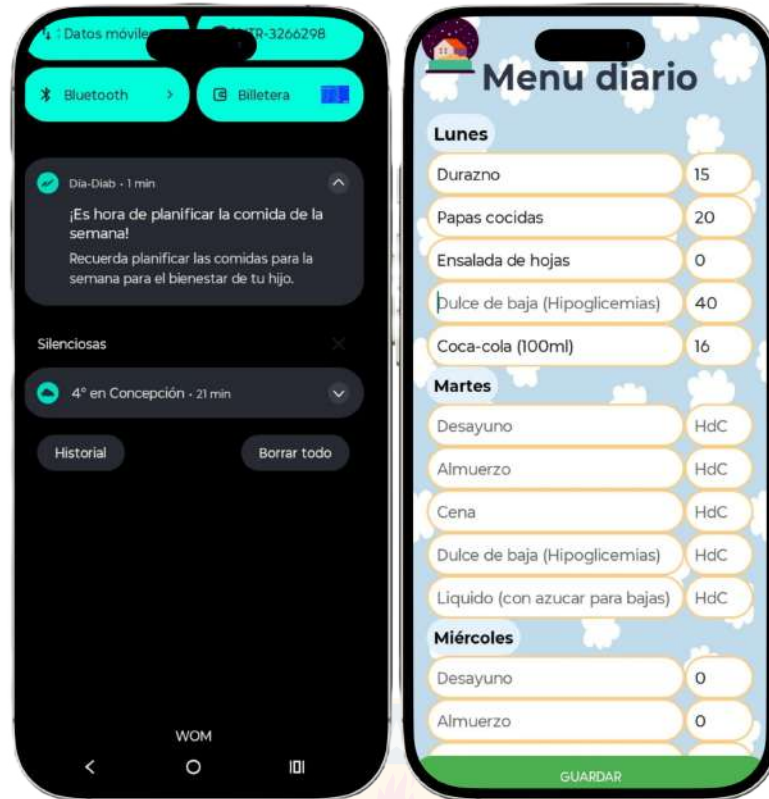


Fig. 3.17: Pantallas asociadas a la planificación de comidas semanal.

Para los cuidadores, se utiliza un lenguaje uniforme y accesible, proporcionando no solo información general sobre T1D, sino también recomendaciones prácticas frente a diversas situaciones que podrían enfrentar durante el cuidado diario. Parte de este contenido ha sido extraído de la página oficial de la Fundación Diabetes Juvenil de Chile (FDJ), mientras que otros elementos han sido adaptados utilizando como referencia el libro *A.M.A.R: hacia un cuidado respetuoso de apego en la infancia* [29].

Estas pantallas se pueden observar en la Fig. 3.16.

3.2.8 Configuración de Planner de comidas

Disponible en la cuenta de cuidador, este módulo se presenta como un planner donde el cuidador puede planificar y registrar las comidas de las semanas, tal y como se observa en la Fig. 3.17, todos los domingos se le entrega un recordatorio del mismo para registrar cantidad de hidratos de carbono que poseerá cada comida completa.

3.3 Arquitectura, algoritmos y patrón de Diseño

En la aplicación se optó por una arquitectura correspondiente al Modelo–Vista–Controlador (Modelo–Vista–Controlador (MVC)), ya que permite una estructura clara al separar la lógica de presentación (XML), la lógica de control (Java) y la lógica de datos (Firebase Realtime Database). Esta separación resulta favorable para el desarrollo de una aplicación médica, ya que promueve la escalabilidad y mantenibilidad del sistema, aspectos fundamentales en el manejo de datos médicos y elementos lúdicos.

Alwakeel & Lane revisaron 52 aplicaciones documentadas en literatura académica, de las cuales 42 estaban disponibles en App Store y 24 eran de código abierto. De estas, un 75 % de las aplicaciones destinadas al automanejo en salud utilizan el modelo MVC. Este alto porcentaje se justifica por la utilidad de esta arquitectura, que permite mantener el código fuente sin modificaciones y actualizar o crear nuevas funcionalidades de manera independiente en cada módulo, sin afectar el resto del sistema [30].

Todo lo anterior hace que el modelo MVC sea la arquitectura escogida para el desarrollo de esta aplicación, considerando sus distintos módulos tanto lúdicos como funcionales. Por ejemplo, los elementos visuales como la selección de avatar varían según lo elegido por el usuario, y esta información se almacena en Firebase.

3.3.1 General

El algoritmo general de la aplicación organiza la interacción del usuario mediante una estructura modular, en la que cada componente funciona de manera independiente, pero coordinada, siguiendo la arquitectura MVC.

El primer paso para utilizar la aplicación es iniciar sesión o registrarse como nuevo usuario. Luego, se configura la experiencia según los datos personales ingresados, como la edad o el tipo de tratamiento. A continuación, se accede al menú principal, desde donde se puede entrar directamente a los distintos módulos.

Cada módulo es accesible de forma independiente, pero comparte elementos comunes de navegación, personalización y retroalimentación. La aplicación integra un sistema de gestión de puntaje y logros, permitiendo la acumulación de puntos y su canje por elementos de personalización, además de la actualización continua de los datos del usuario en la base de datos.

El flujo de la aplicación fue diseñado para ofrecer una experiencia flexible, permitiendo que el usuario avance de forma autónoma entre los diferentes módulos. Cada acción realizada se sincroniza con la base de datos en tiempo real, lo que asegura que los cambios queden guardados de inmediato. Las transiciones entre pantallas son simples y directas.

La Fig. A.39 resume de manera gráfica la interacción general entre los módulos y la lógica principal de navegación.

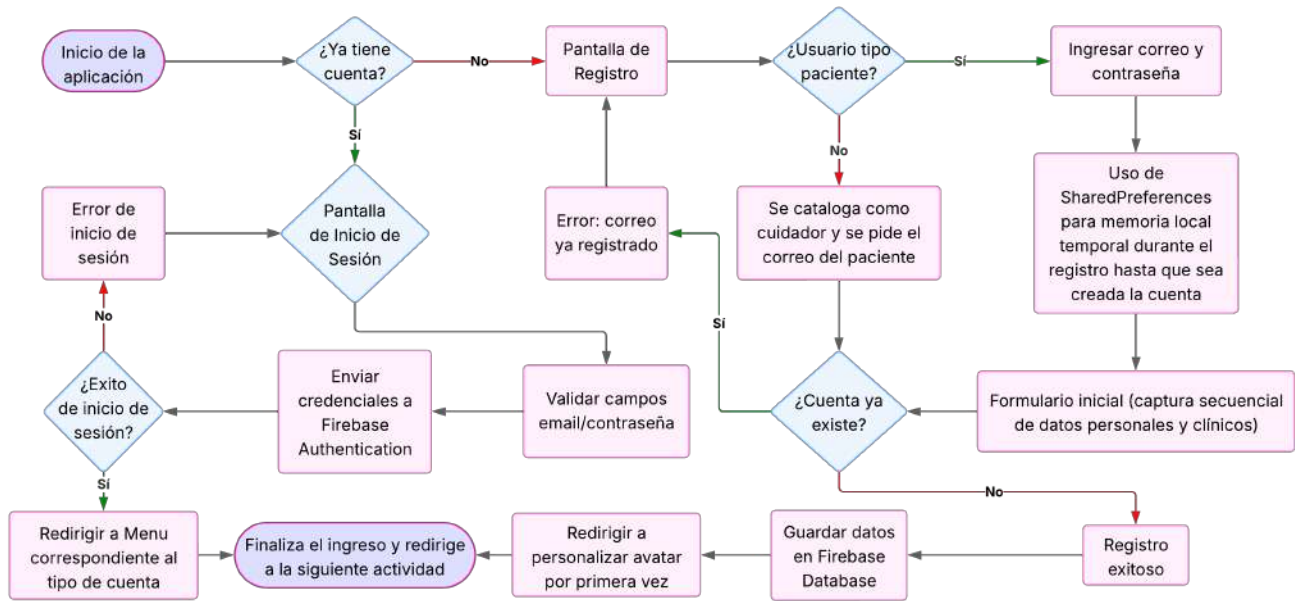


Fig. 3.18: Diagrama de Flujo: Inicio de la aplicación [Elab.Propia].

3.3.2 Login

La pantalla inicial presenta la autenticación del usuario por medio de *Firestore Authentication*, utilizando correo electrónico y contraseña como credenciales. Se valida que los campos no estén vacíos antes de ejecutar la función *signInWithEmailAndPassword*, de no estarlos, se solicita que ingrese la información correspondiente.

Si el inicio de sesión es exitoso, se redirige directamente al menú principal. En caso de error, se notifica al usuario y se permanece en la pantalla de inicio de sesión. Este módulo incluye además la función *sendPasswordResetEmail* para recuperación de contraseña mediante correo electrónico.

Si el usuario no esta registrado, posee la opción de crear una cuenta.

Este proceso se representa dentro del diagrama de flujo integrado de la Fig. 3.18.

3.3.3 Registro de cuenta

El módulo de registro permite crear una nueva cuenta mediante *Firestore Authentication*, gestionando las credenciales de correo y contraseña ingresadas por el usuario. Durante este proceso se utiliza *SharedPreferences* como memoria local temporal para almacenar las credenciales, mientras se completa el formulario inicial, protegiendo los datos ante interrupciones o cierres inesperados. De esta forma, se evitan cuentas con información incompleta, ya que muchos usuarios podrían desconocer información de su tratamiento médico, por lo que se aconseja que durante la creación de la cuenta, este la presencia de un tutor que tenga conocimiento al respecto.

3.3.4 Formulario inicial

En este formulario se recopilan datos personales y clínicos del usuario mediante un cuestionario interactivo secuencial. Las respuestas se almacenan en las estructuras *respuestas[]*, *horariosInsulina* y *horasComida*, adaptando dinámicamente el flujo en función de las respuestas previas (por ejemplo, repitiendo la captura de horarios de inyección tantas veces como el usuario indique).

Cada pregunta se presenta de forma secuencial, alternando el tipo de entrada (texto, número, selección de hora) mediante *TimePickerDialog* dependiendo de lo que requiera la entrada. Una vez completado el formulario, los datos se almacenan en *Firestore Realtime Database* mediante la creación de las entidades *Perfil*, *Salud* y *Juego*, cuya información se presenta como un punto importante de la aplicación, esta información queda vinculada al identificador único de usuario generado previamente (*UID*).

Este módulo también gestiona el control de retroceso mediante un *AlertDialog* que advierte al usuario sobre la pérdida de datos en caso de salir antes de completar el formulario.

Una vez corroborado que el usuario no dejó ninguna casilla en blanco, la función *createUserWithEmailAndPassword* ejecuta la creación de la cuenta, a la cual irán asociadas las respuestas estipuladas y eliminara las respuestas de manera local.

En caso de que el correo ya esté registrado, se captura la excepción *FirebaseAuthUserCollisionException* y se despliega un mensaje al usuario mediante un *AlertDialog* notificando el conflicto, con la posibilidad de volver a la pantalla de inicio de sesión.

La interacción entre estas 3 pantallas se puede observar en el diagrama 3.18 de manera general.

3.3.5 Configuración

El manejo de la cuenta se realiza mediante un formulario editable que permite modificar tanto los datos personales como parámetros asociados al tratamiento. El formulario se adapta dinámicamente a la información ingresada por el usuario; campos como los horarios de insulina y alimentación se generan automáticamente se ajustan automáticamente en función del número de entradas definido por el usuario, utilizando contenedores *LinearLayout*. Estos campos permiten seleccionar horas mediante *TimePickerDialog*, lo que evita la apertura del teclado y facilita la interacción.

El sistema detecta automáticamente cualquier cambio versus la almacenada en el formulario al registrarse, activando una alerta si se intenta salir sin guardar. Al presionar “*Actualizar*”, se validan los datos y se sincronizan con la base de datos. También se incluye la opción de eliminar la cuenta. Este flujo se visualiza en la Fig. 3.19.

La música de fondo acompaña toda la navegación en la app, con el fin de aportar una experiencia más envolvente al usuario durante la navegación entre módulos. Su activación o desactivación se ges-

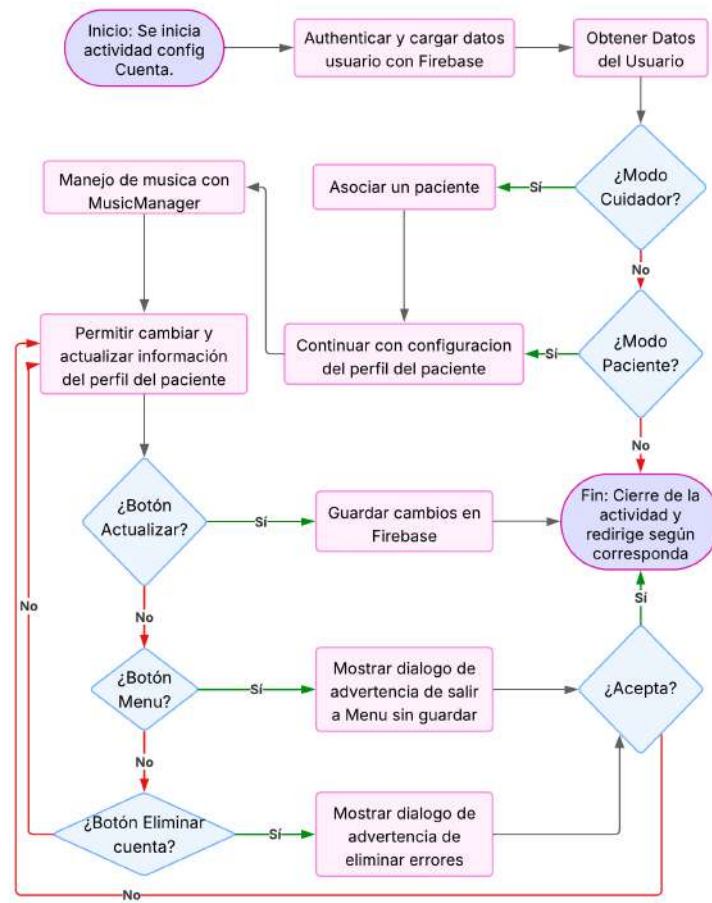


Fig. 3.19: Diagrama de Flujo: Configuración y actualización de la información. [Elab. Propia]

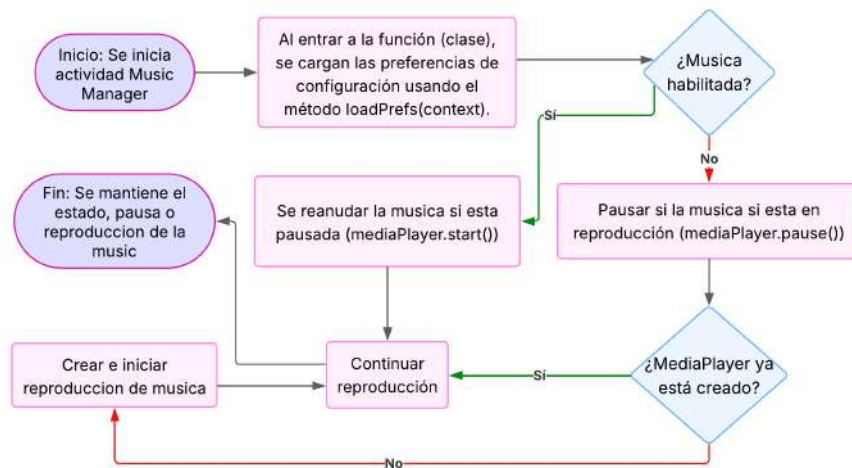


Fig. 3.20: Diagrama de Flujo: Manejo de música de fondo. [Elab. Propia]

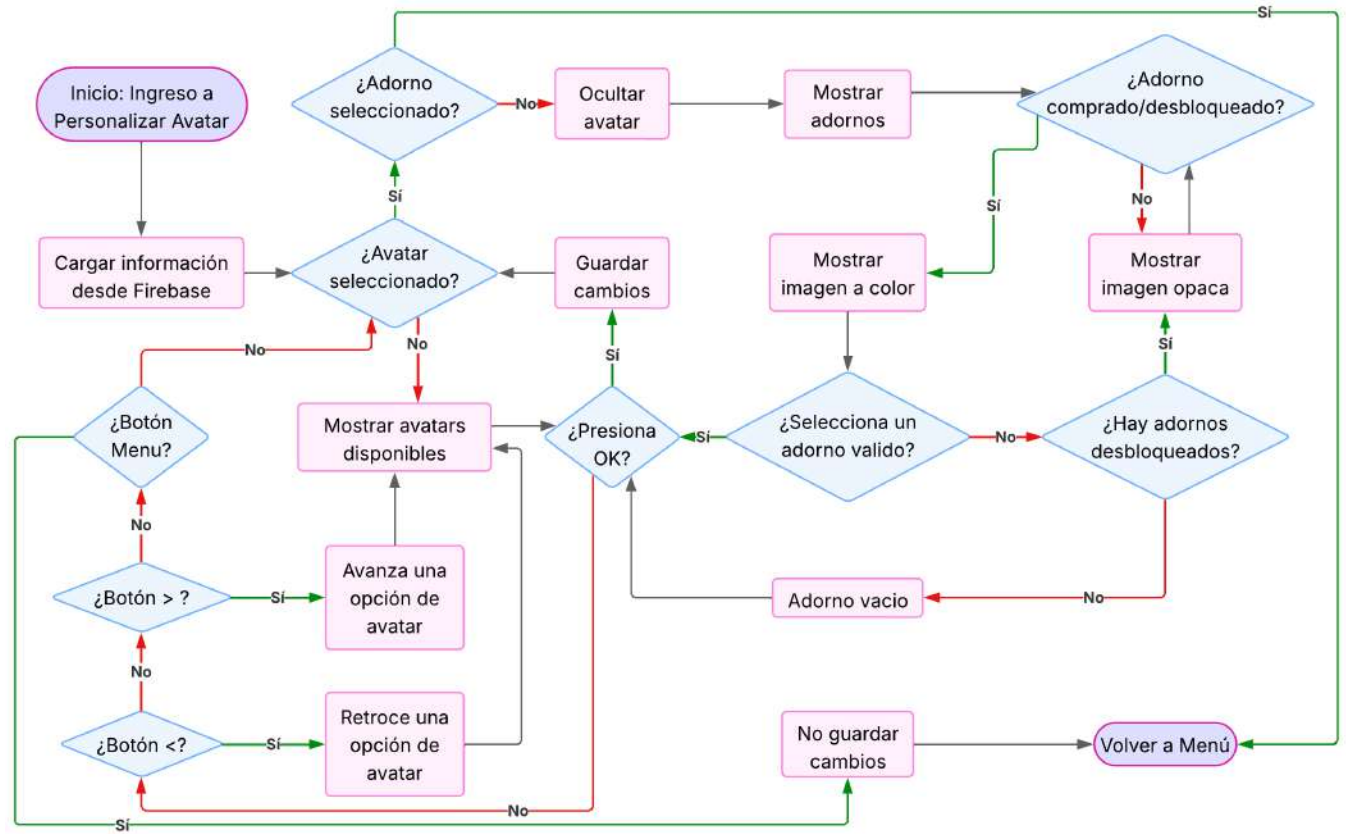


Fig. 3.21: Diagrama de Flujo: Selección de avatar y adornos. [Elab. Propia]

tiona desde el módulo de configuración, la aplicación guarda esta elección en la memoria local usando *SharedPreferences*, para que se mantenga en futuras sesiones.

El control global de esta funcionalidad se encuentra en la clase *MusicManager*, la cual carga la configuración almacenada al inicio de cada actividad. Si la música está habilitada, el sistema verifica si el reproductor *MediaPlayer* ya ha sido creado. En caso negativo, se instancia y se inicia en bucle. Si el reproductor existe y está pausado, se reanuda. En cambio, si la música ha sido deshabilitada, esta se detiene automáticamente.

Este comportamiento permite mantener el estado de reproducción entre sesiones y evita interrupciones abruptas. El flujo descrito se presenta en la Fig. 3.20.

3.3.6 Selección de avatar y adornos

Comenzando desde el menú principal, el usuario puede personalizar su avatar, se consulta por la información almacenada en *Firestore*, para consultar el avatar actualmente en uso, y la existencia de adornos activos, junto con el puntaje acumulado.

Con el uso de los botones “<” y “>”, se navega entre las opciones posibles de avatar, seleccionando

con el botón “OK” el que será utilizado, acto seguido, se ingresa a la segunda etapa, donde se selecciona que adorno se utilizará en los demás módulos. Mientras se selecciona el adorno a utilizar, el avatar se oculta para mostrar una grilla con los adornos desbloqueados, al seleccionar un adorno, este se enmarcará en el borde y guardará dicha elección en la base de datos.

Si se retrocede al menú principal sin guardar las elecciones, se descartan los cambios. El flujo completo se representa en la Fig. 3.21.

En el módulo de tienda, se puede utilizar el puntaje obtenido para comprar los adornos a utilizar, y desbloquear logros, los que se mostraran en forma de sticker narrativos. Al ingresar, se cargan desde *Firebase* los adornos disponibles, los stickers desbloqueados y las condiciones actuales del usuario (puntos acumulados, estadísticas, módulos completados, etc.).

Para los adornos, cada ítem muestra un botón de compra. Si el adorno ya fue comprado o el usuario no tiene suficientes puntos, el botón aparece desactivado. En caso contrario, al presionar “comprar”, se restan los puntos del total del usuario y el adorno pasa a estar disponible, actualizando *Firebase* en la ruta avatar/adornos.

En cambio, los stickers se desbloquean de forma automática al cumplir condiciones específicas (como alcanzar cierta cantidad de puntos, mantener una racha de uso o completar módulos). Cada sticker representa un personaje y una historia asociada. Si el usuario toca un sticker desbloqueado, se abre un diálogo con la narración correspondiente y botones para guardar la imagen como archivo PNG o compartirla por WhatsApp.

Este mecanismo refuerza positivamente conductas deseadas (como aprender, jugar o monitorear la glucosa) mediante recompensas visuales, sin recurrir a contenido comercial ni coleccionables sujetos a pago. El proceso se resume en la Fig. 3.22.

3.3.7 Información

El módulo educativo de tipo no gamificado permite al usuario acceder a contenido informativo sobre el auto-manejo de la T1D, presentado en tarjetas secuenciales adaptadas según su grupo etario. Este módulo sigue una lógica condicional modular,

El algoritmo comienza con la inicialización del módulo desde el menú principal. Se activa *Firebase Authentication* para identificar al usuario actual, obteniendo su *UID* y accediendo a su perfil desde la base de datos *Firebase Realtime Database*. A partir de esta información, se extrae, tipo de cuenta, edad y el nombre del usuario. Con estos datos, en la cuenta tipo paciente se ejecuta una función de clasificación que asigna al usuario a uno de los cinco grupos etarios definidos: menores de 7 años, 7-12 años, 13-18 años, 19-24 años y mayores de 25 años.

Esta clasificación determina qué tarjetas educativas serán cargadas para el usuario, permitiendo un

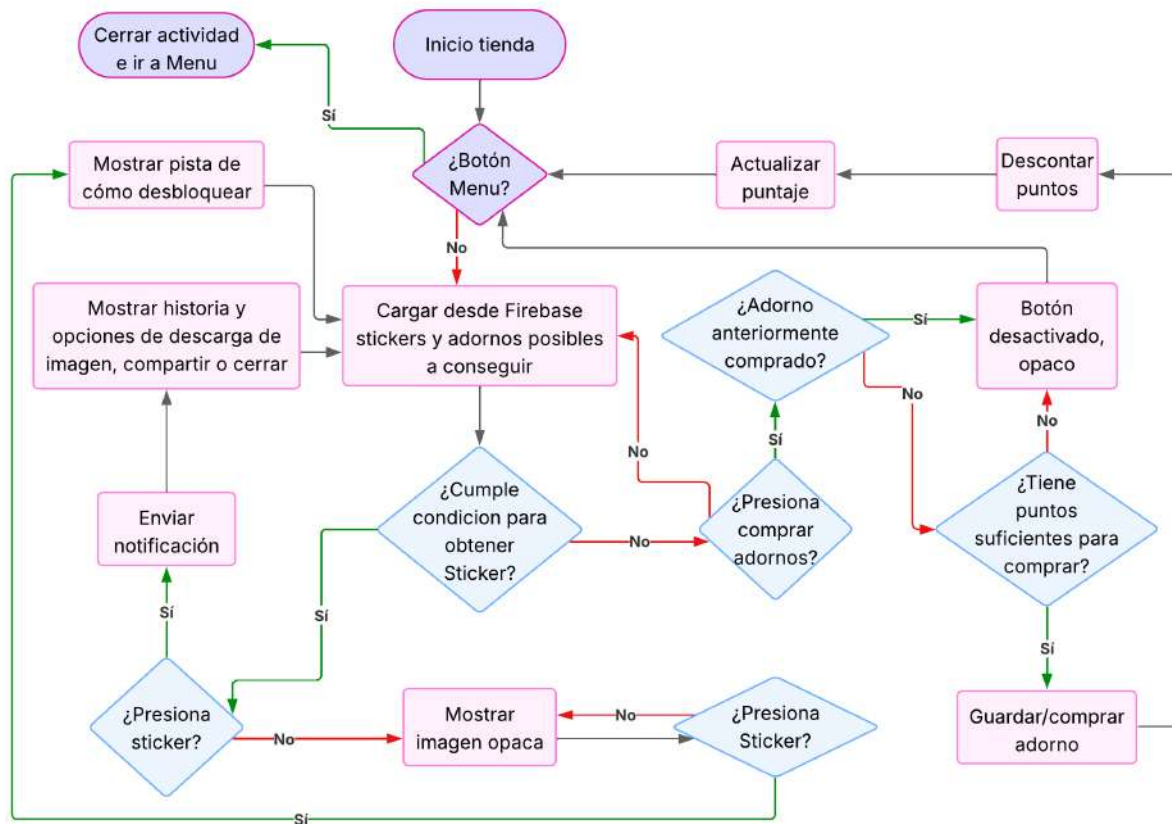


Fig. 3.22: Diagrama de Flujo: Tienda y sistema de recompensas. [Elab. Propia]

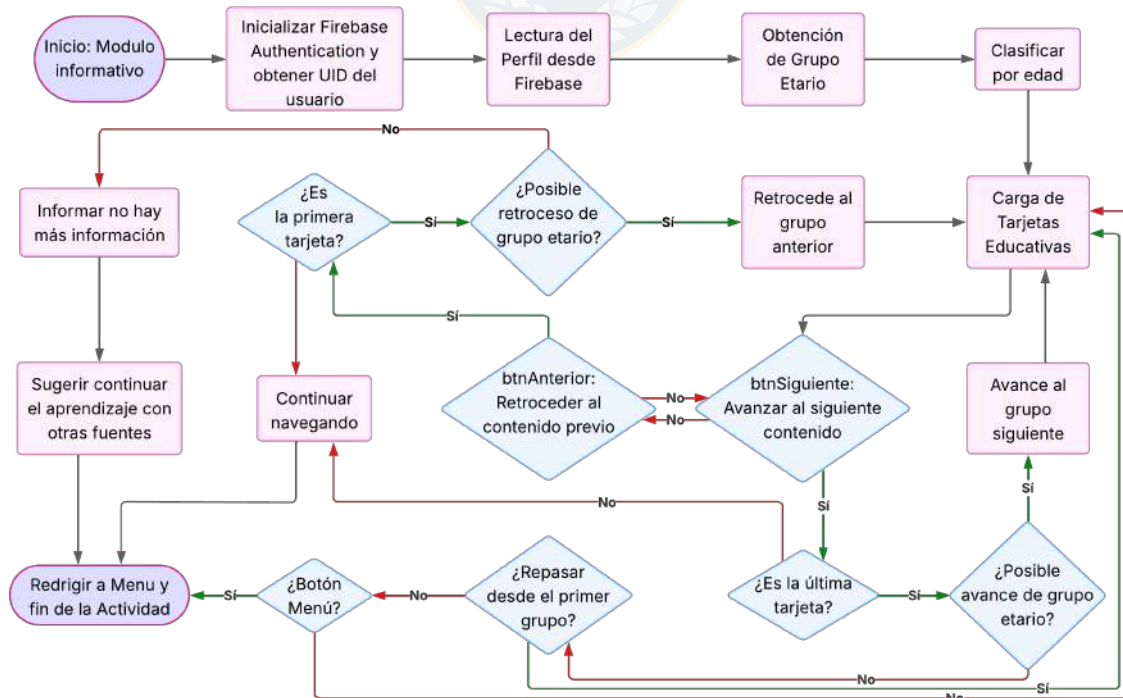


Fig. 3.23: Diagrama de Flujo: Módulo de información [Elab.Propia].

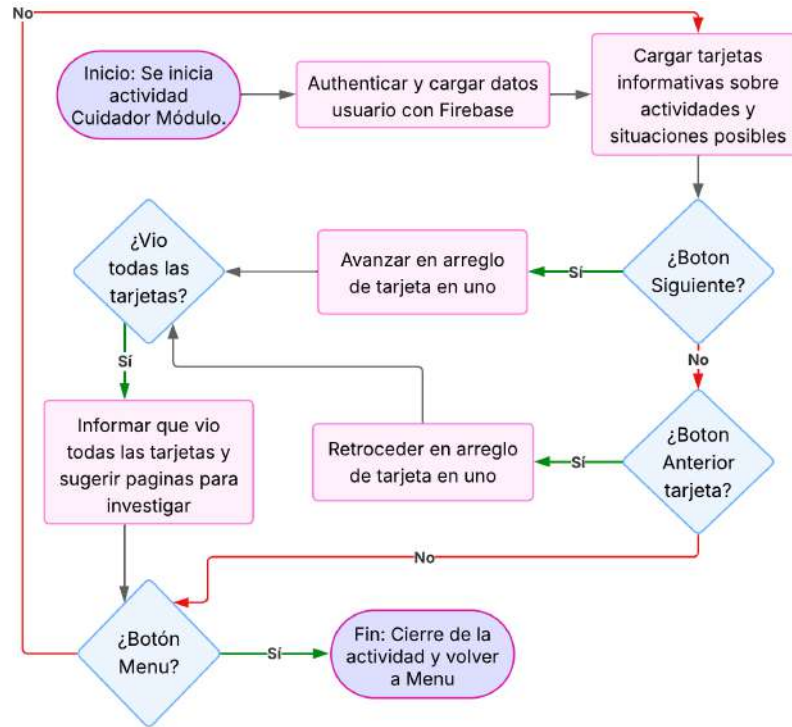


Fig. 3.24: Diagrama de Flujo: Módulo de información para la cuenta de cuidador [Elab.Propia].

lenguaje adecuado para cada usuario, de manera que un adolescente no sienta que le estén explicando de manera infantilizada, y los adultos puedan acceder a la información mas compleja que un infante no podría entender.

Una vez cargado el conjunto correspondiente de tarjetas, el usuario recorre el conjunto de tarjetas mediante los botones “*Siguiente*” y “*Anterior*”. Un índice interno controla la interacción y establece cuál tarjeta está activa en pantalla.

Al presionar el botón “*Siguiente*”, el algoritmo avanza al contenido siguiente, excepto cuando el usuario ha alcanzado la última tarjeta del conjunto. En este caso, se le presenta un cuadro de diálogo que le consulta si desea continuar con el contenido del grupo etario siguiente. Si acepta, se incrementa el grupo de edad (de forma cíclica) y se cargan nuevas tarjetas adaptadas a ese grupo. Si el usuario opta por no continuar, se le sugiere que puede seguir aprendiendo más adelante, y el flujo queda detenido.

Por otro lado, al presionar “*Anterior*” y encontrarse en la primera tarjeta, se le consulta si desea retroceder al grupo etario anterior. Si acepta y existe un grupo anterior, el contenido correspondiente se recarga. En caso de que el usuario ya se encuentre en el grupo etario más bajo, se le informa que no hay más información disponible del contenido y le sugiere recurrir a fuentes externas como la Asociación Americana de Diabetes (ADA) o la Red de Diabetes en Chile.

Durante la actividad, el usuario visualiza un saludo personalizado que incluye su nombre. Además, el

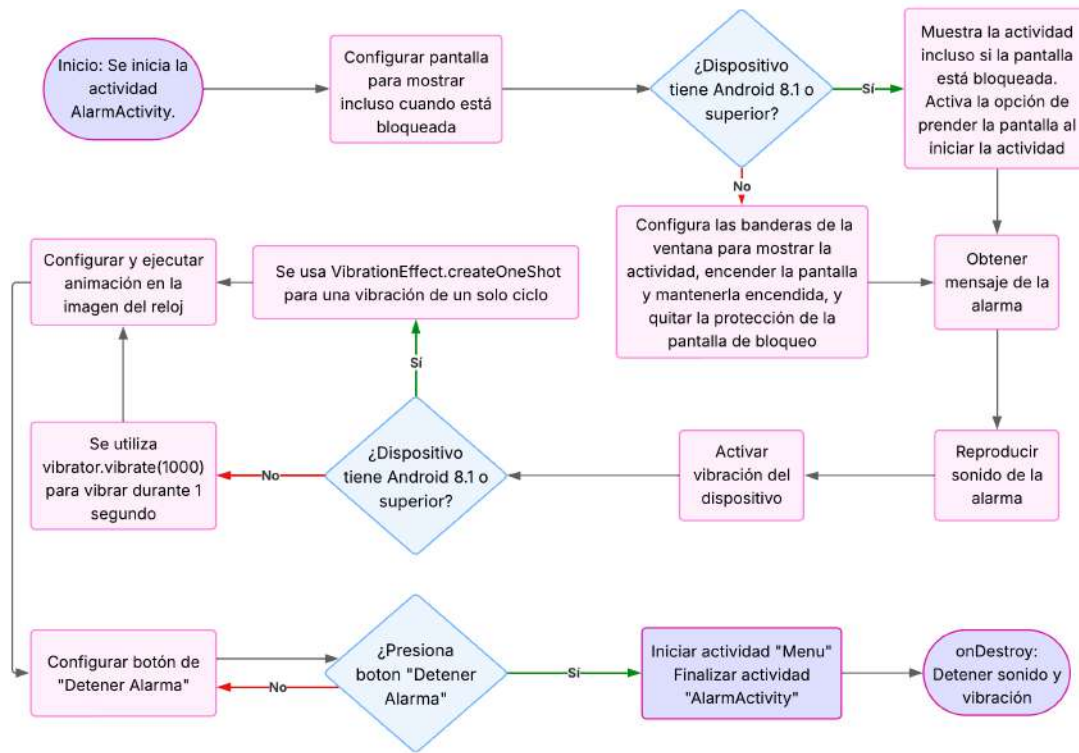


Fig. 3.25: Diagrama de Flujo: Llamado a alarma [Elab.Propia].

usuario puede volver al menú principal en cualquier momento, lo que finaliza la actividad en curso.

Si la cuenta corresponde a una tipo cuidador, el algoritmo funciona de manera similar, con la diferencia de que la información no esta separada en grupo etario. Este diagrama de flujo, se puede observar en la Fig 3.24

3.3.8 Monitoreo de Glucosa

Este módulo permite al usuario registrar manualmente su nivel de glucosa, visualizar la tendencia de los valores en un gráfico dinámico, acceder a instrucciones ilustradas para el uso de sensores o glucómetro, y configurar alarmas de seguimiento vinculadas a su tratamiento, cuyo algoritmo esta explicado en la Fig. 3.25.

El proceso se inicia obteniendo el usuario actual a través de *Firebase Authentication*, junto con la recuperación de datos como el nombre, el avatar y los horarios registrados para la administración de insulina basal y momentos de comida. Con esta información se personaliza el saludo, se carga el avatar seleccionado y se programan las alarmas.

El módulo presenta múltiples opciones de interacción, gestionadas por botones en pantalla:

- Registro de glucosa: Al presionar el botón “*Registrar glucosa*”, se ocultan los demás elementos

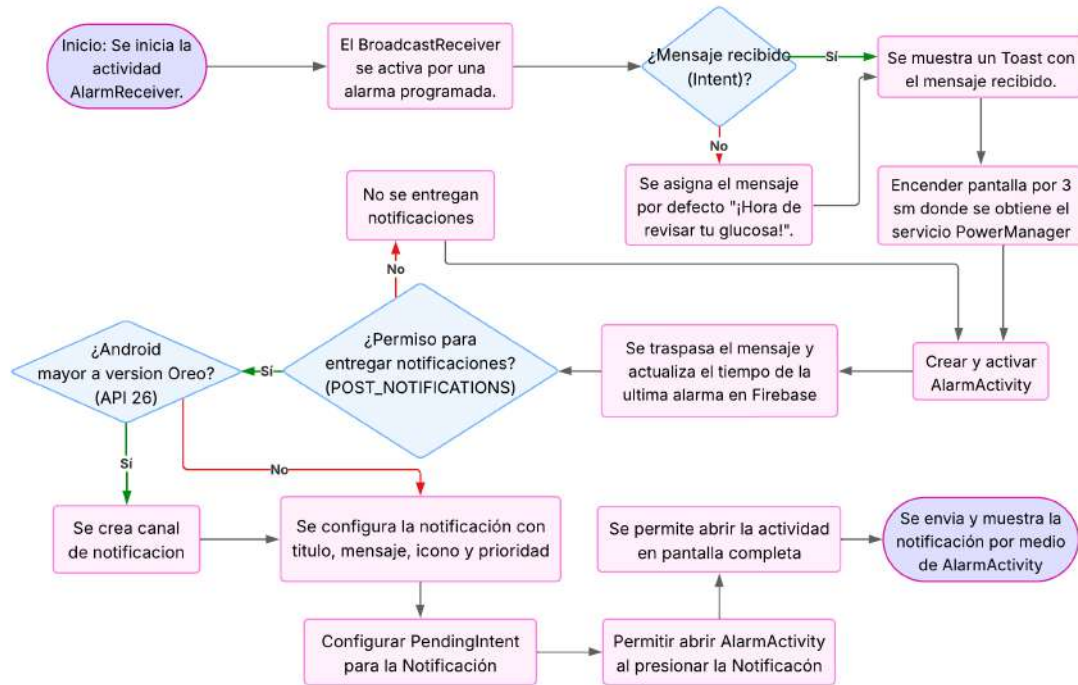


Fig. 3.26: Diagrama de Flujo: Alarma activada [Elab.Propia].

y se habilita un campo de texto. Si el usuario introduce un valor numérico y presiona “*Guardar*”, este valor se guarda en *Firestore*. Inmediatamente, se actualiza el gráfico de tendencia, que muestra los últimos 20 registros utilizando la librería *MPAndroidChart* [31].

- Visualización de instrucciones: Los botones “*Sensor*” y “*Glucómetro*” muestran imágenes ilustrativas con textos guía. Al tocar nuevamente la imagen, esta se oculta
- Alarmas: El botón “*Programar alarma*” despliega las 3 opciones presentes en la Tabla 3.2.

Cada alarma genera una notificación del sistema, utilizando un *BroadcastReceiver* llamado

Tipo de alarma	Descripción
Basal	Se programan en los horarios de aplicación de insulina basal previamente registrados.
Post comida	Dos alarmas por horario de comida: una a 1 hora y otra a 3 horas postprandial.
Evento especial	Alarma repetitiva cada 60 minutos para situaciones como ejercicio o alcohol.

Tabla 3.2: Tipos de alarmas programables en el módulo de monitoreo

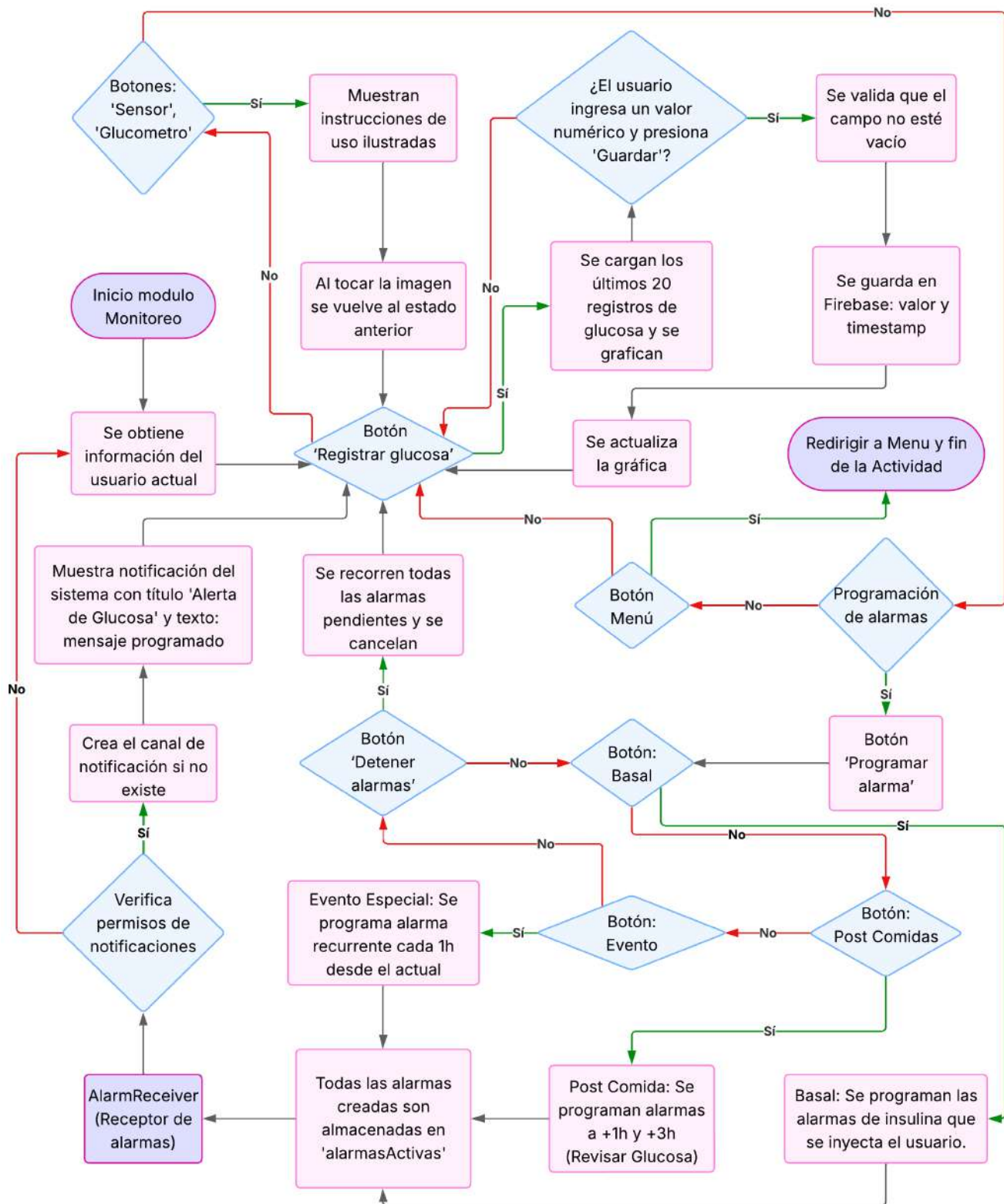


Fig. 3.27: Diagrama de Flujo: Módulo de monitoreo [Elab.Propia].

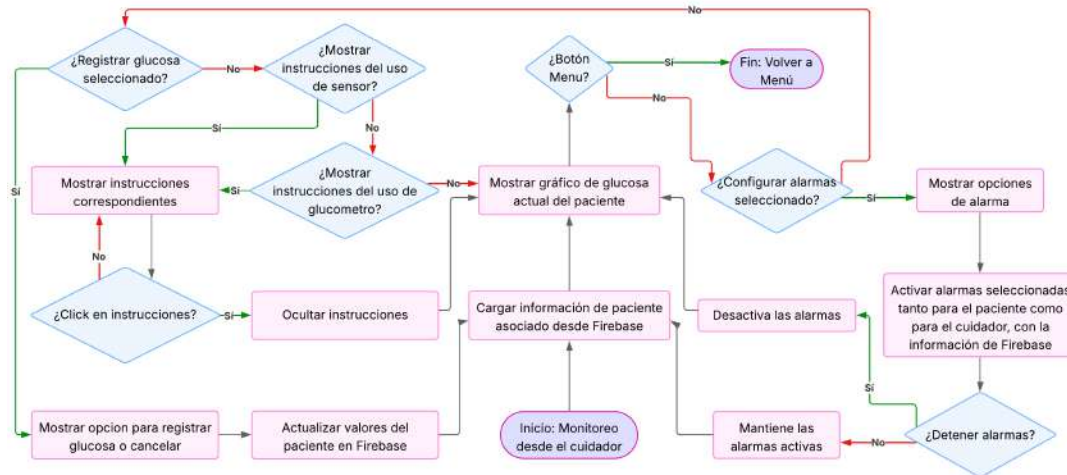


Fig. 3.28: Diagrama de Flujo: Módulo de monitoreo cuenta de cuidador [Elab.Propia].

AlarmReceiver. Este componente verifica si existen permisos para enviar notificaciones; en caso afirmativo, muestra una alerta con el mensaje asociado y abre la aplicación al módulo de monitoreo si el usuario toca la notificación, algoritmo que se puede observar en la Fig 3.26.

Todas las alarmas activas se almacenan en una lista *alarmasActivas* para permitir su posterior cancelación con el botón “*Detener alarmas*”.

El flujo completo descrito está representado gráficamente en el Diagrama de la Fig. 3.27.

Finalmente, en el modulo de monitoreo del cuidador se tiene como objetivo principal brindar al cuidador una visualización pasiva del comportamiento del paciente, permitiéndole verificar si se están registrando valores de glucosa en los horarios esperados. Si el paciente ha activado las alarmas asociadas a insulina basal, postprandial o eventos especiales, el cuidador podrá evaluar si estas están siendo respetadas según el momento de cada registro. En caso contrario, la gráfica servirá igualmente como referencia para observar las tendencias generales del monitoreo, facilitando la detección de posibles patrones inadecuados o riesgos recurrentes. Este diseño permite mantener la autonomía del paciente mientras se ofrece una supervisión no invasiva por parte del cuidador, como se ilustra en la Fig. 3.28.

3.3.9 Planificación semanal de comidas

Este módulo está disponible únicamente para cuentas tipo cuidador y tiene por objetivo organizar anticipadamente las comidas del paciente, estableciendo descripciones y cantidades estimadas de Hidratos De Carbono (HDC) para cada comida de la semana.

Al ingresar al módulo, se cargan desde *Firestore Realtime Database* los planes previamente guardados (si existen), y se presentan en campos editables. El cuidador puede modificar libremente estas entradas o registrar nuevas combinaciones para cada día y cada momento de comida junto con

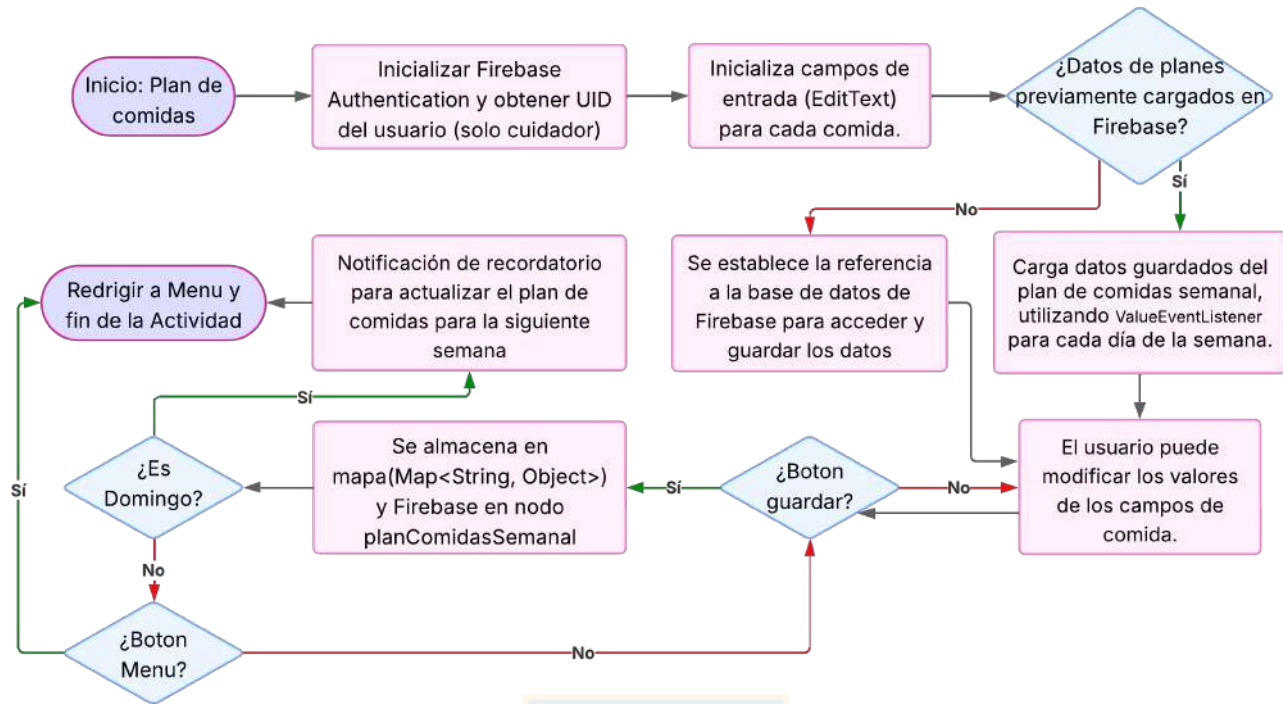


Fig. 3.29: Diagrama de Flujo: Módulo de planificación de comidas [Elab. Propia].

la elección de dulces y bebidas para los momentos de baja de azúcar y/o hipoglicemia. Los datos se organizan internamente como pares clave-valor usando un *Map<String, Object>*, donde se guarda tanto la descripción como los HDC correspondientes.

Una vez presionado el botón “*Guardar*”, se almacenan los cambios en la base de datos y, cada domingo, se activa automáticamente una notificación recordatoria para preparar el plan de la siguiente semana. Esto se implementa mediante un canal de notificaciones gestionado desde el sistema.

El flujo de este algoritmo, desde la carga de datos hasta el guardado final y notificación (si aplica), se representa en la Fig. 3.29.

3.3.10 Minijuego educativo: Reconocimiento de síntomas

Para los menores con T1D, es desafiante desarrollar la capacidad de reconocer sus síntomas asociados a los extremos de glucemia. Al iniciar la actividad, se presenta con imágenes y una frase asociada, distintos síntomas, el usuario debe estimar si se trata de un episodio de hipoglicemia, hiperglicemia, o es un síntoma que puede estar presente en ambos. Se retroalimenta inmediatamente con una asignación de puntos y una imagen positiva para una elección correcta, en caso contrario, se registra el síntoma errado para volver a mostrarlo al final reforzando el aprendizaje por repetición, de manera que todos los síntomas se muestren al menos una vez, y al menos una vez se seleccione la respuesta correcta. Al finalizar, los

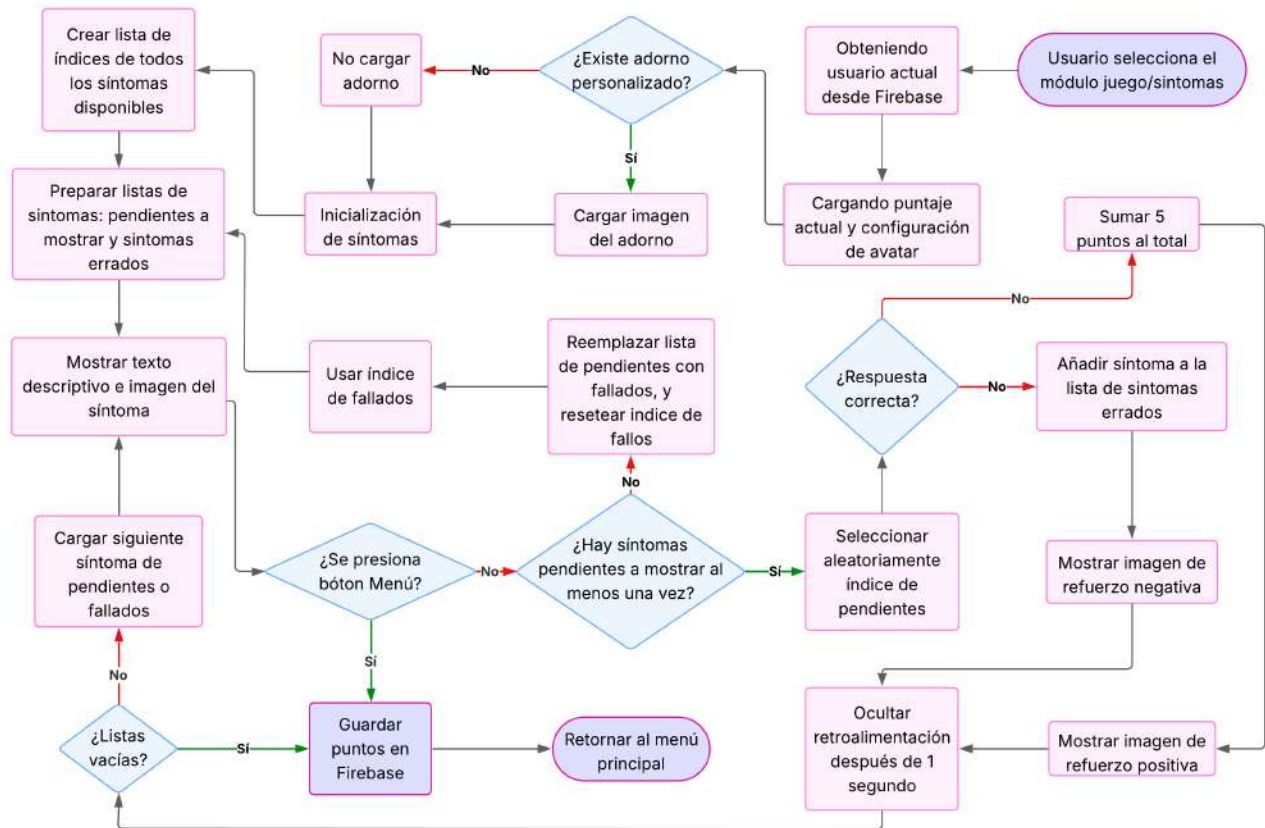


Fig. 3.30: Diagrama de Flujo: Módulo de Juegos, ¿Cómo me siento? [Elab. Propia].

puntos, se almacenan en *Firestore*, los que podrán ser utilizados en la tienda.

Este minijuego, combina lógica condicional, almacenamiento remoto de puntuaciones en *Firestore* junto al manejo de imágenes y textos de manera interactiva, organizados en listas indexadas.

La actividad se inicia configurando las referencias necesarias a la base de datos en tiempo real de *Firestore* para obtener la puntuación actual, el avatar seleccionado y el adorno activo. Posteriormente, se carga en memoria una colección inicial de síntomas definidos previamente, cada uno asociado a una imagen y una categoría glicémica: hipoglucemia (0), hiperglucemia (1) o ambos (2). La información se organiza en tres listas paralelas: *imagenes Sintomas[]*, *textos Sintomas[]* y *glicemia[]*.

Cada síntoma se presenta de forma aleatoria al usuario, evitando repeticiones hasta que se haya completado el ciclo total. Las respuestas son evaluadas de forma inmediata, mostrando retroalimentación visual positiva o negativa. Si la respuesta es incorrecta, el índice correspondiente se agrega a una lista de *fallados[]* para reforzar posteriormente. Este sistema refuerza el aprendizaje al repetir los síntomas incorrectos.

El sistema completo funciona en modo inmersivo para evitar distracciones, y cada botón de respuesta activa una función con lógica condicional que desactiva temporalmente los controles y activa una

Síntoma	Hipoglucemia	Hiperglucemia	Ambos
Temblores	X		
Visión borrosa			X
Dolor de cabeza			X
Ganas de ir al baño		X	
Cansancio			X
Taquicardia	X		
Mareo			X
Sudor	X		
Sed excesiva		X	
Boca seca		X	
Somnolencia	X		
Hambre			X

Tabla 3.3: Síntomas comunes de la Diabetes Mellitus Tipo 1 según tipo de alteración glucémica

retroalimentación visual, con un retardo de 1 segundo.

La Fig. 3.30 resume el flujo lógico de esta actividad, desde la presentación del síntoma hasta la retroalimentación y el registro del puntaje. Mientras que la Tabla 3.3 muestra los síntomas presentes.

3.3.11 Minijuego educativo: ¿Qué insulina va aquí?

Mientras que otros minijuegos, enseñan sobre el uso de herramientas destinadas al manejo de la patología, este, se enfoca en la educación sobre las distintas insulinas utilizadas en el tratamiento de (T1D), tiempos de acción, y momentos adecuados para su administración. Con una mecánica de *drag & drop*, el usuario observa una curva de insulina simulada, al observar esta curva, el usuario debe elegir según la función del fármaco donde es factible de usar.

Al igual que los demás minijuegos, se accede desde el modulo de juegos, al iniciar la actividad, esta comprobara la base de datos de *Firestore* para comprobar los datos del perfil. En esta instancia la edad, cobra relevancia, ya que a usuarios menores les entregara una versión con el nombre simplificado de las insulinas, es decir, el nombre común, como: “*basal*”, “*rápida*” o “*intermedia*”, mientras que a usuarios mayores, se utiliza el nombre farmacológico de la insulina, tales como: “*Glargina*”, “*Lispro*”, “*Aspart*”, etc, siguiendo la idea de las guías clínicas as que recomiendan fomentar el conocimiento detallado del tratamiento en adolescentes y adultos jóvenes [32]. Además, esta diferenciación se justifica considerando que la acción esperada de cada tipo de insulina varía según su perfil farmacodinámico,

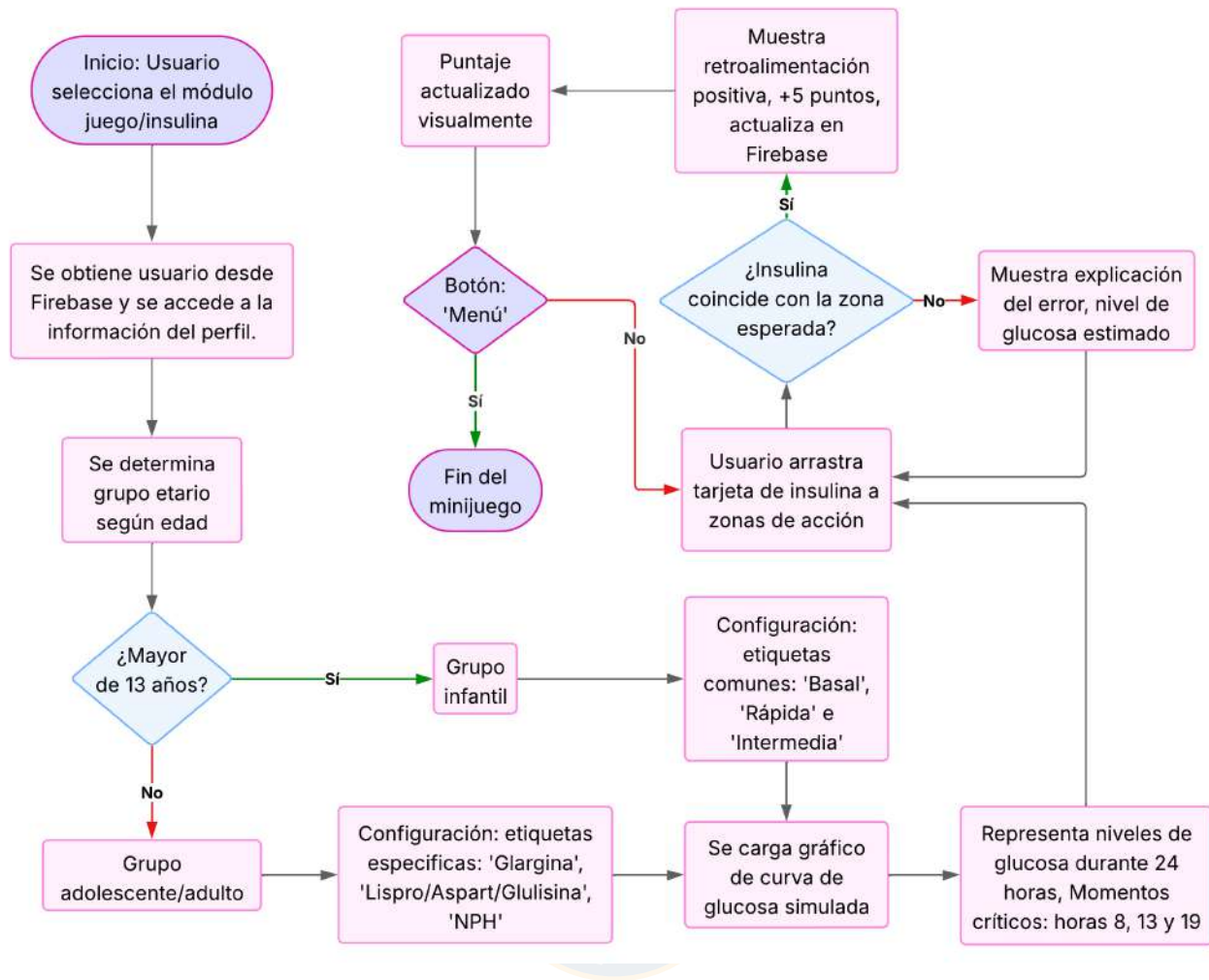


Fig. 3.31: Diagrama de Flujo: Módulo de Juegos, Curvas de insulina [Elab.Propia].

siendo relevante asociarlo visualmente [33].

Esta actividad, permitirá errar y aprender sin consecuencias reales el uso de que tipo de insulina debe inyectarse, este gráfico, se genera de manera diaria, con momentos críticos, a las horas de comida típicas (8:00, 13:00 y 19:00 hrs), donde suelen ocurrir los picos glicemicos. Esta curva, se genera con el uso de la librería *MPAndroidChart* [31].

Si la tarjeta de insulina se deposita en una zona esperada, se muestra la retroalimentación positiva, en caso de falla, se muestra una advertencia educativa sobre el posible riesgo clínico de hacer el uso de esta insulina en un momento inapropiado, por ejemplo, una posible hipoglucemia nocturna o una hiperglucemia post-prandial.

El usuario puede repetir la interacción varias veces. Al presionar el botón “Menú”, se guardan los puntos obtenidos y finaliza la actividad, retornando al menú principal.

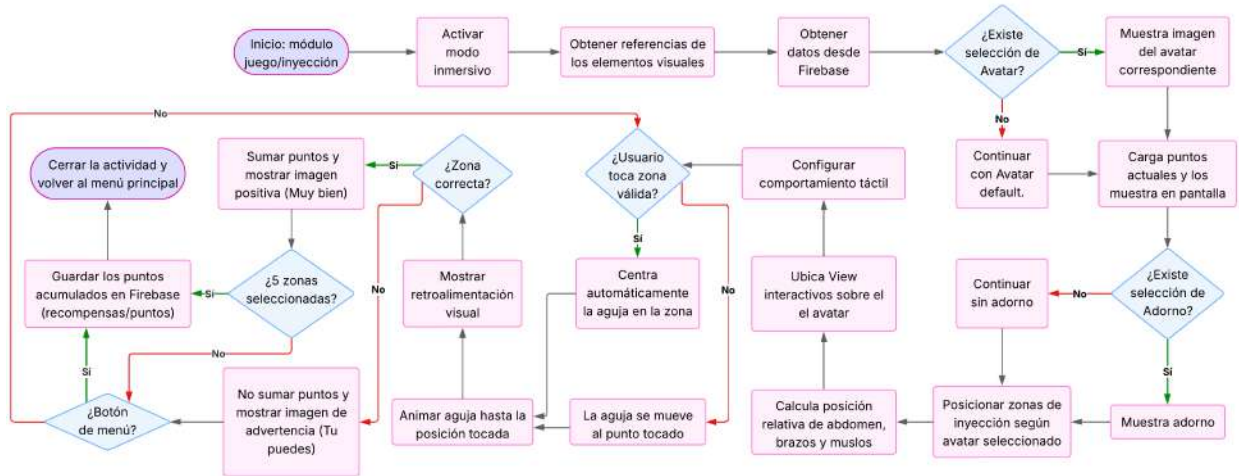


Fig. 3.32: Diagrama de Flujo: Módulo de Juegos, Sitios de inyección [Elab.Propia].

3.3.12 Minijuego educativo: ¿Dónde me inyecto?

Con el objetivo de enseñar y reforzar las zonas de inyección subcutánea en personas con T1D, mediante una interfaz con el avatar seleccionado, el usuario puede identificar y tocar las zonas validas para la inyección, abdomen, brazos o muslos, reconociendo la interacción, se responde con una aguja animada hacia el punto seleccionado, retroalimentando la validez de la zona. Las coordenadas de cada zona están predefinidas de manera relativa a la figura del avatar, permitiendo adaptar dinamicamente la posición de inyección según el avatar elegido. Al igual que los demás juegos, al seleccionar una opción correcta se añadirá puntaje, junto a una imagen positiva, mientras que la retroalimentación negativa se muestra sin penalización para evitar frustración, cuando se han tocado las 5 zonas, se retrocede automáticamente al menú principal, guardando los puntos obtenidos en *Firestore*. Finalmente, el diagrama presente en la Fig. 3.32, muestra la dinámica establecida en este mini-juego.

El diseño de esta actividad está basado en la lógica de reforzamiento positivo, ampliamente recomendada en entornos educativos para personas con enfermedades crónicas [6]. Además, permite reforzar visualmente los conocimientos prácticos sobre los sitios correctos de inyección, los cuales han sido establecidos como parte crítica del manejo farmacológico en T1D [32]. La implementación de avatares personalizables y retroalimentación en tiempo real responde también a estrategias motivacionales efectivas para mejorar la adherencia al tratamiento en pacientes pediátricos y adolescentes [12].

3.3.13 Minijuego educativo: ¿Qué estoy comiendo?

El módulo de conteo de carbohidratos se divide en dos etapas: una infantil con alimentos simples y porciones concretas, y otra más compleja que simula comidas reales con múltiples ingredientes. El acceso

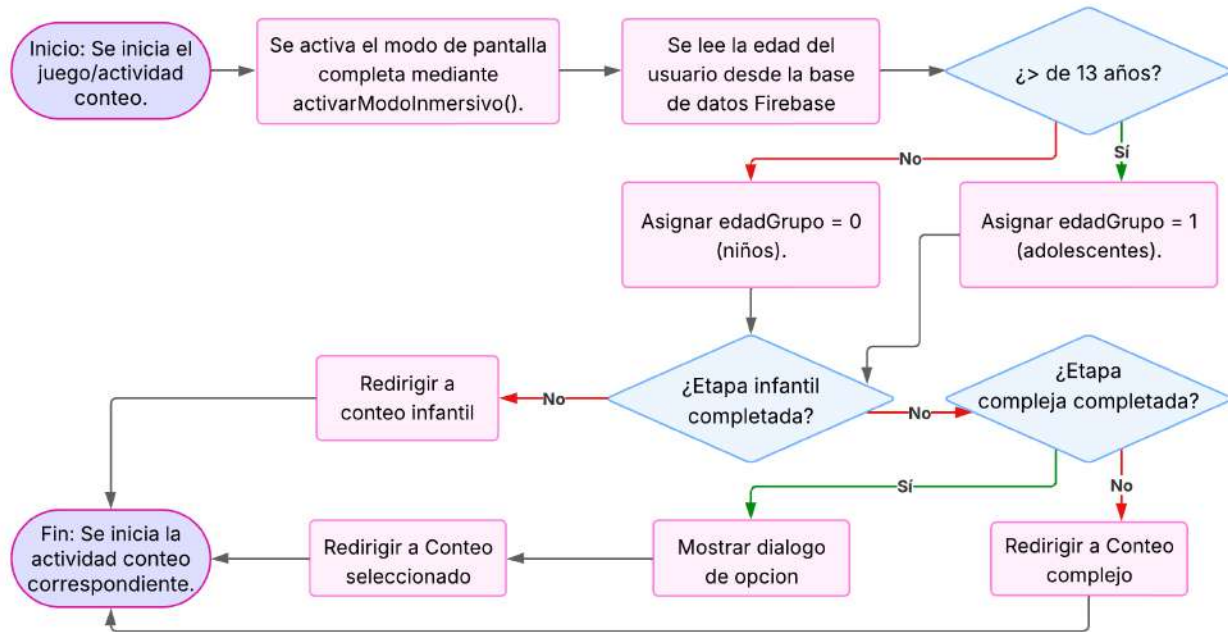


Fig. 3.33: Diagrama de Flujo: Módulo de Juegos, conteo de carbohidratos [Elab Propia].

a estas etapas se gestiona automáticamente según la edad del usuario y su historial de progreso, como se ilustra en la Fig 3.33.

Al iniciar la actividad, la aplicación recupera la edad del usuario almacenada en *Firestore* para clasificarlo en alguno de los cuatro rangos de edad definidos: menores de 7 años, entre 7 y 12, entre 13 y 18, o mayores de 19. Según este grupo y los avances guardados en *Firestore*, la aplicación redirige al usuario a la etapa que le corresponde, o le ofrece la opción de repetir una etapa ya completada..

La lógica general sigue el siguiente esquema:

- Si el usuario no ha completado la etapa infantil, accede directamente a *ConteoInfantil*.
- Si ha completado la etapa infantil y es mayor de 13 años, accede a *ConteoComplejo*.
- Si ha completado ambas etapas, puede elegir cuál repetir mediante un *AlertDialog*.

Una vez derivado a la etapa correspondiente, la lógica de ejecución difiere para cada grupo etario:

- **Etapa Infantil:** El juego muestra imágenes de alimentos reales y pregunta cuántos gramos de HDC tiene cada porción, usando dos opciones de respuesta. Si se acierta, se suman puntos y se avanza; si se falla, el alimento se guarda para repetición futura. El ciclo se repite hasta que todos los alimentos han sido respondidos correctamente. La lógica se muestra en la Fig. 3.34.
- **Etapa Compleja:** El usuario debe ordenar ingredientes dentro de un plato según un orden recomendado (fibras, proteínas, grasas, carbohidratos complejos y simples), y luego seleccionar el total

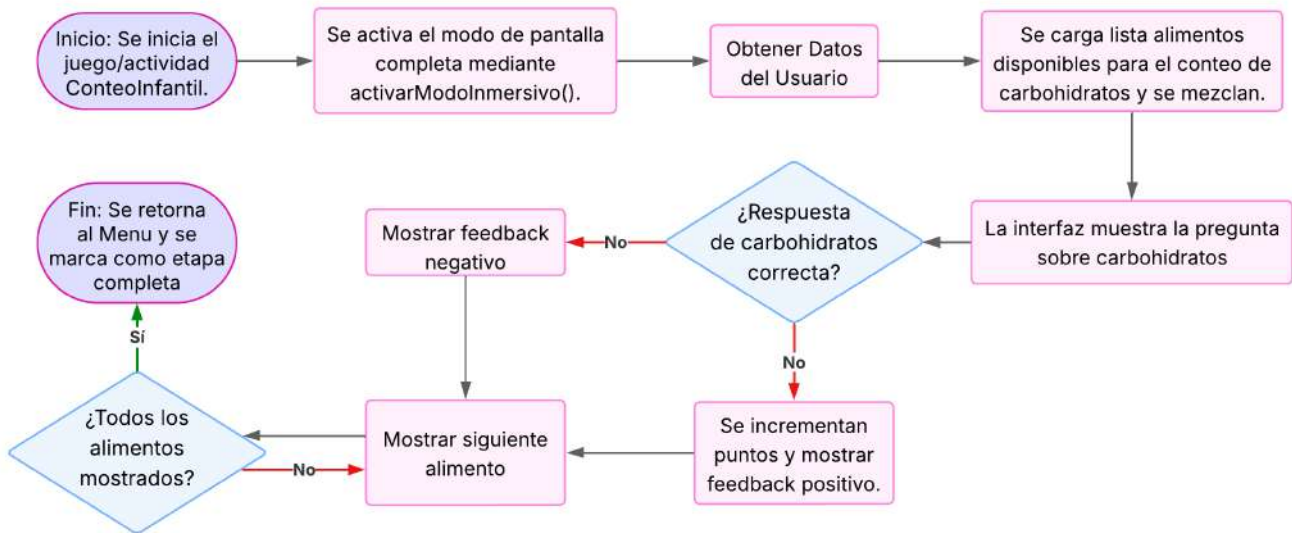


Fig. 3.34: Diagrama de Flujo: Conteo Infantil [Elab. Propia].

de carbohidratos del plato resultante. Se entregan pistas sobre el impacto de los alimentos en la absorción de glucosa según su tipo (índice glucémico estimado). Si falla, se registra el plato para una segunda vuelta. Este flujo se muestra en la Fig. 3.35.

3.3.14 Minijuego educativo: Empatía y comprensión del diagnóstico

El módulo de “*Empatía*” es un rompecabezas multijugador (por turnos), pensado para promover la empatía frente a los síntomas diarios que enfrentan las personas con T1D. Durante la partida se aplican efectos visuales y temporales que modifican la dificultad, con el fin de representar dificultades comunes como la visión borrosa o alteraciones cognitivas por alteración de la glucosa.

Al iniciar la actividad, se selecciona aleatoriamente una imagen y se divide en piezas distribuidas en un *GridLayout* interactivo. El Jugador 1 resuelve el rompecabezas con normalidad. Posteriormente, se activa el turno del Jugador 2, donde se introducen dos alteraciones: (1) una aceleración del temporizador para generar sensación de presión y (2) un efecto de desenfoque mediante *blurOverlay*, simulando visión borrosa. Esto permite que el jugador experimente, de manera simulada, cómo los síntomas afectan el rendimiento y la percepción de una persona con T1D.

Ambos jugadores cuentan con un tiempo cronometrado que se registra individualmente. Al finalizar el segundo turno, se comparan los resultados y se despliega un mensaje final que refuerza el propósito del juego, destacando su valor educativo por sobre la competencia. La lógica completa se representa en la Fig. 3.36.

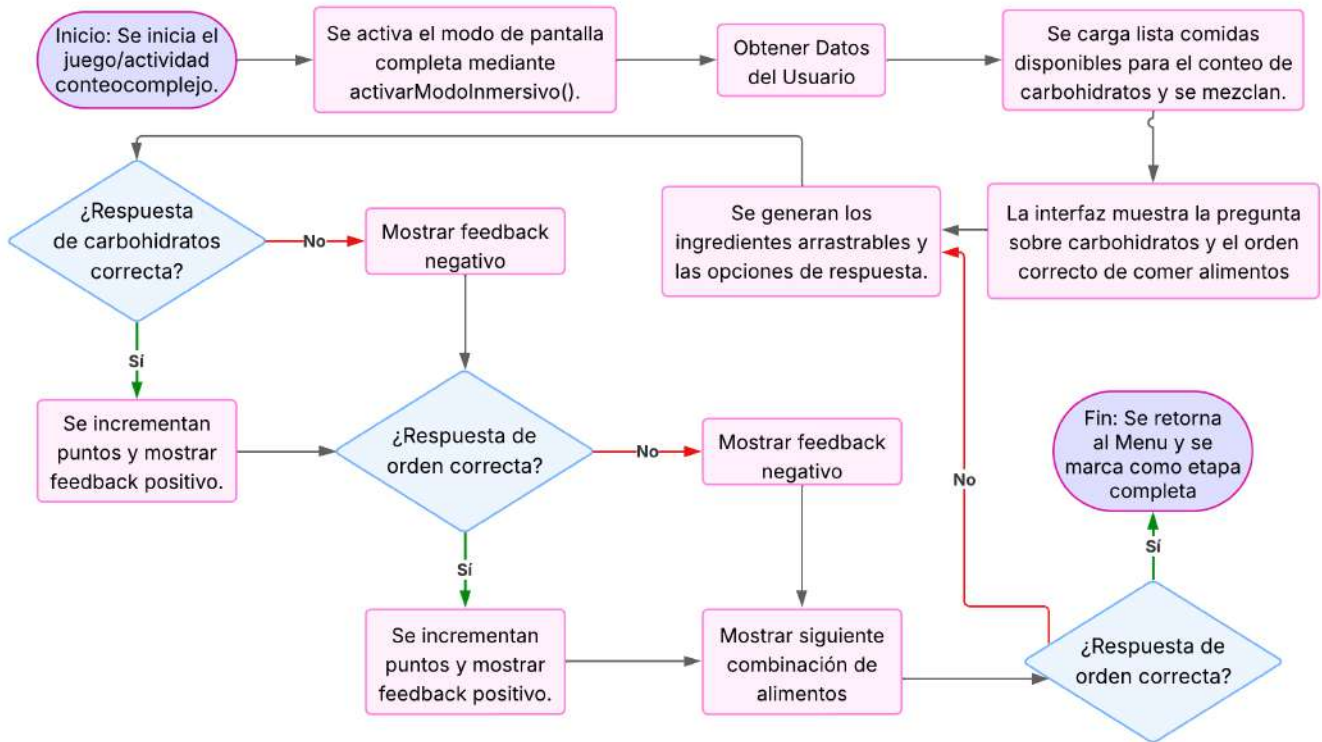


Fig. 3.35: Diagrama de Flujo: Conteo Complejo [Elab. Propia].

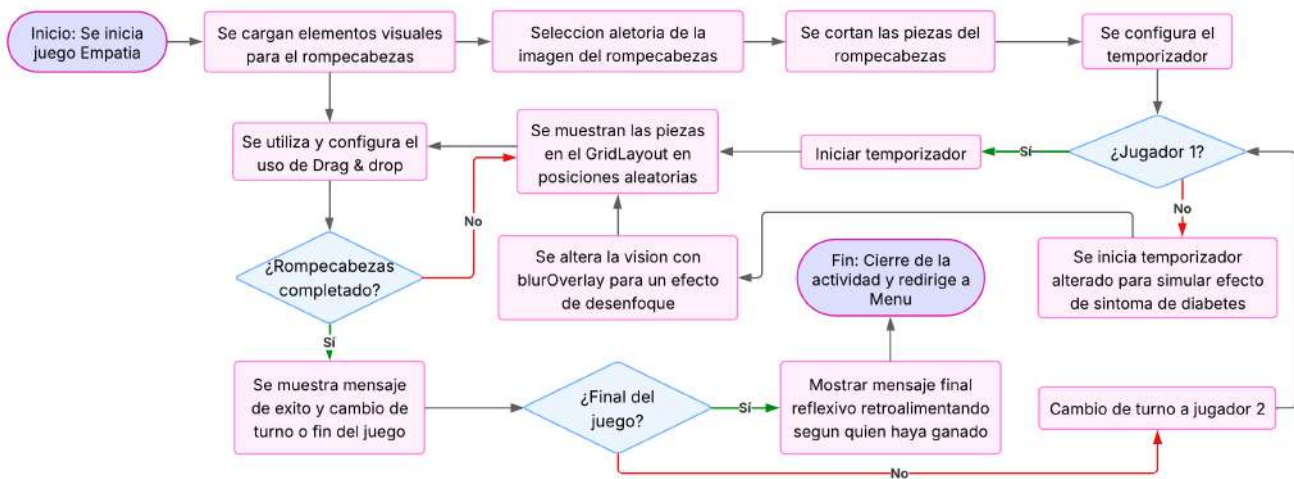


Fig. 3.36: Diagrama de Flujo: Juego de empatía con rompecabezas [Elab. Propia].

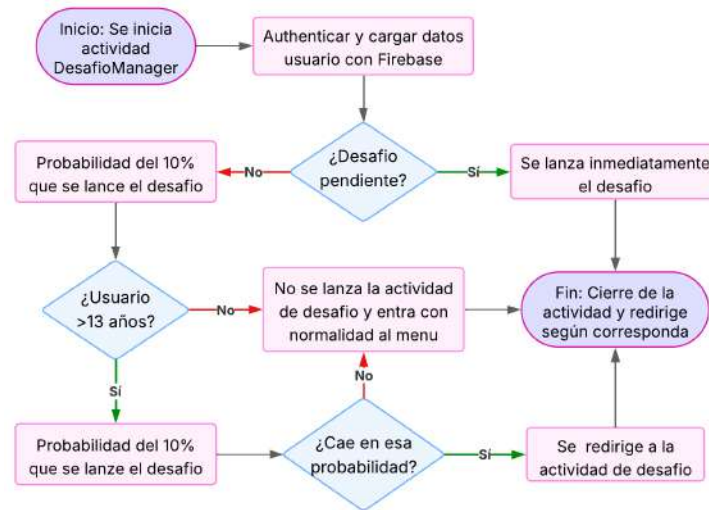


Fig. 3.37: Diagrama de Flujo: Lógica de activación y ejecución de desafíos [Elab. Propia].

3.3.15 Desafíos aleatorios: ¡Pon a prueba tus conocimientos!

Se presentan desafíos breves con mecánica tipo “ahorcado educativo”, donde el usuario debe adivinar conceptos clave sobre T1D, como “insulina”, “glucómetro” o “cetona”. Las palabras se acompañan de una pista simple y, una vez resuelto o fallado, se despliega una breve definición que ayuda a consolidar el significado del término. La dinámica permite repasar contenidos clave de forma incidental y atractiva.

El desafío no se muestra de forma constante, sino que puede activarse bajo dos condiciones:

1. Si el usuario tiene un desafío pendiente en su estado guardado en Firebase (por ejemplo, si cerró la app sin completarlo).
2. Ocasionalmente, al iniciar la app, se lanza un desafío con un 10 % de probabilidad para usuarios mayores de 13 años. El objetivo es evitar la sobre-exposición de información y ofrecer estos desafíos de manera puntual como complemento didáctico.

En caso de fallar repetidamente y quedar con 0 puntos, el sistema redirige automáticamente al módulo de tarjetas informativas, incentivando el estudio previo antes de continuar. El flujo completo de este proceso se ilustra en la Fig. 3.37.

Además, el algoritmo del juego en si, se puede ver detallado en la Fig. 3.38, esta actividad, es la única que posee un sistema donde se pueden restar puntos, debido a esto, y al concepto general de lo que supone el juego, esta actividad esta restringida los usuarios de mayor edad.

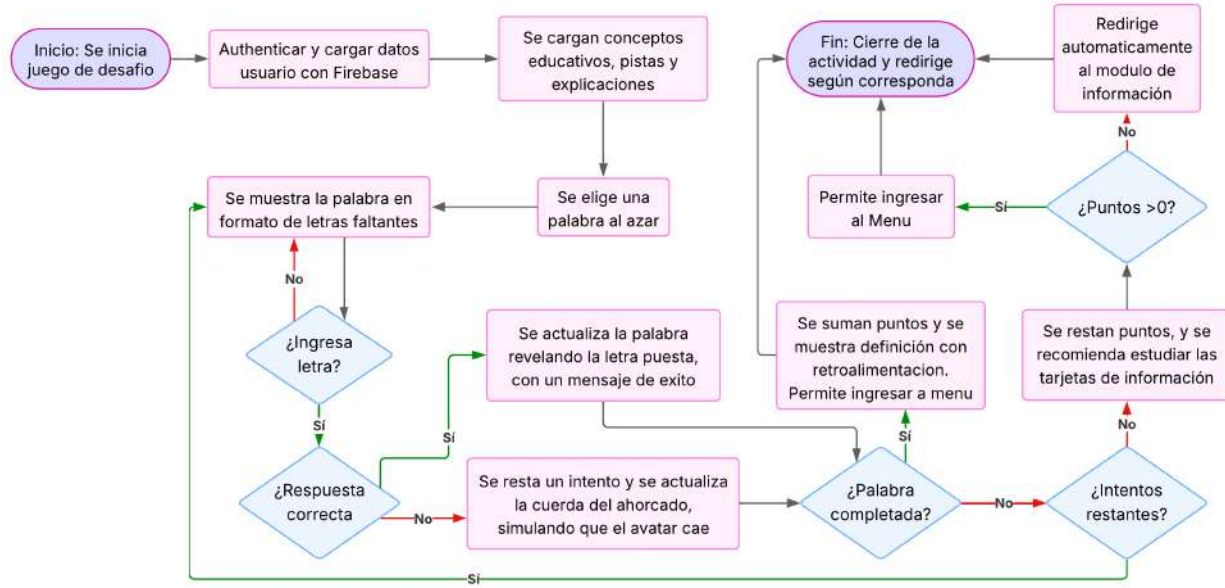


Fig. 3.38: Diagrama de Flujo: Ejecución del juego tipo ahorcado [Elab. Propia].

3.4 Discusión

El diseño de la aplicación incorpora elementos educativos cuyo objetivo es transformar la información existente en tareas interactivas y atractivas a través de la gamificación. El propósito es promover un vínculo que motive el uso constante de la herramienta.

Esto permite que actividades cotidianas se presenten como desafíos integrados a una dinámica lúdica. El principal desafío radica en encontrar el equilibrio entre la internalización de los conocimientos necesarios para manejar la Diabetes Mellitus Tipo 1 (T1D) y el componente lúdico de la aplicación, cuidando que el componente lúdico no distraiga de los contenidos clave sobre el auto-manejo de la T1D.

Un aspecto relevante del desarrollo fue la Interfaz de Usuario (UI), pensada para facilitar el acceso y su uso intuitivo. Considerando que adoptar tecnologías puede representar un reto, especialmente en población pediátrica o adulta mayor, la UI se concibió de manera intuitiva y amigable. La estructura de la aplicación se basa en un diseño visual limpio, con iconos claros, botones bien definidos y un flujo de navegación sencillo. Esto facilita que los usuarios, sin importar su nivel de conocimiento tecnológico, puedan utilizar la aplicación sin dificultades.

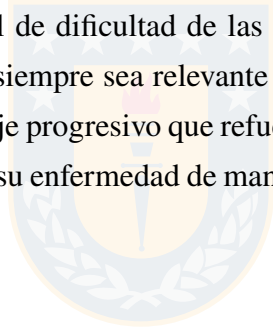
Además, la personalización del avatar juega un papel crucial en la experiencia del usuario. No solo se trata de una representación visual, sino que también actúa como un compañero interactivo que refuerza la conexión emocional con la herramienta. Al permitir al usuario modificar su avatar y adaptarlo a sus preferencias, se fomenta una mayor implicación y familiaridad con el proceso de aprendizaje. Esta interacción visual y personalizada contribuye a que el paciente se sienta más involucrado en el proceso

de gestión de su enfermedad, lo cual es fundamental para mantener su motivación y adherencia a largo plazo.

Por otro lado, el uso de técnicas de gamificación dentro de la aplicación permite que las tareas relacionadas con el manejo de la diabetes, como el control de glucosa y la administración de insulina, se conviertan en desafíos atractivos. Cada acción dentro de la app está relacionada con la consecución de logros, puntos o recompensas, lo que contribuye a mantener el interés del usuario y facilita la comprensión de conceptos clave. De este modo, se favorece una experiencia educativa más cercana, donde las tareas de auto-manejo se integran en una rutina lúdica que incentiva la práctica continua.

Sin embargo, un aspecto crítico del diseño fue mantener la gamificación dentro de los márgenes del propósito educativo. Si bien la incorporación de elementos lúdicos es crucial para la motivación y el disfrute, se debe cuidar que estas dinámicas no resten protagonismo a los contenidos clínicos necesarios para el auto-manejo de la enfermedad. El reto, entonces, es mantener un balance adecuado entre la motivación que otorgan los juegos y la calidad educativa de la información presentada.

Finalmente, se incorporó un algoritmo de personalización que ajusta dinámicamente la dificultad de las tareas. Este algoritmo adapta el nivel de dificultad de las tareas y los juegos según el progreso del usuario, asegurando que la información siempre sea relevante y ajustada a las necesidades del paciente. Este enfoque busca sostener un aprendizaje progresivo que refuerce la autonomía del usuario en el control de su condición, permitiéndole gestionar su enfermedad de manera más efectiva y con mayor confianza.



Capítulo 4. Resultados

4.1 Introducción

Las pruebas de funcionamiento de la aplicación se llevaron a cabo en distintos dispositivos móviles, con el objetivo de evaluar su desempeño, compatibilidad y capacidad de adaptación a diversas resoluciones de pantalla. Se utilizaron principalmente dos equipos: un teléfono inteligente Motorola G34 y una tablet Acer. Estas pruebas permiten identificar eventuales problemas de visualización, interacción o rendimiento, así como validar la estabilidad general del sistema bajo diferentes condiciones de uso.

4.2 Resultados

4.2.1 Pruebas en dispositivos Android

En el dispositivo Motorola G34, que posee una resolución estándar para smartphones actuales, la aplicación funcionó de forma fluida, sin presentar fallos críticos ni errores de ejecución. Todas las actividades y minijuegos fueron accesibles, y las interfaces se adaptaron correctamente al tamaño de pantalla. El sistema de autenticación, la lectura y escritura en Firebase, así como la navegación entre módulos, fueron verificados exitosamente.

En contraste, al probar la aplicación en una tablet Acer de mayores dimensiones y resolución, se identificaron problemas menores en la distribución de algunos elementos visuales, como botones o imágenes que no se ajustaban adecuadamente al espacio disponible. Estos inconvenientes se deben principalmente a la configuración actual de los archivos XML, los cuales no contemplan adecuadamente resoluciones más altas ni relaciones de aspecto distintas a las de un teléfono móvil convencional.

Por otra parte, el tiempo de respuesta al cargar la información en Firebase presenta un tiempo aceptable sin presentar mayores problemas.

Dispositivo	Resolución	Problemas detectados	Sugerencias
Motorola Moto g34 5G	1600 x 720 px	Sin fallas críticas	No se requiere ajuste
Motorola Edge 50 Fusion	2400 x 1080	Falla de Crasheo en actividad diaria	Comprobar el uso de RAM de la app
Lenovo TB-J606L	2000 X 1200 px	Sin fallas criticas	Corregir Layout
Tablet Acer	2000 x 1200 px	Distribución irregular en botones e imágenes	Usar ConstraintLayout, <code>dimens.xml</code> escalables, <code>ScrollView</code>

Tabla 4.4: Comparación del comportamiento de la interfaz en distintos dispositivos

Criterio	Ingeniera		Enfermera		Endocrinólogo	
	Sí	No	Sí	No	Sí	No
Avatar y recompensas	X		X		X	
Creación/edición de perfil con datos médicos	X		X		X	
Sincronización segura entre dispositivos	X		X		X	
Vínculo cuidador–paciente	X		X		X	
Acceso del cuidador a información relevante	X		X		X	
Gestión de recordatorios y alertas	X		X		X	
Objetivos claros en mini-juegos	X		X		X	
Ajuste por rango etario y conocimiento	X		X		X	

Tabla 4.5: Síntesis de criterios funcionales validados por expertos

4.2.2 Retroalimentación de expertos

Con el objetivo de evaluar funcionalmente la aplicación desarrollada, se aplicó un instrumento de evaluación tipo checklist a tres profesionales con experiencia relevante en el área de salud y tecnología: un médico endocrinólogo adultos, una enfermera con experiencia clínica en el concepto de “Patient Engagement”, y una ingeniería, con conocimientos del área biomédica, correspondiente a los profesores guías de esta memoria y/o comisión. El instrumento consideró cinco grandes dimensiones: gestión de perfiles, funcionalidad de los juegos educativos, contenido educativo y clínico, interfaz gráfica y seguridad.

Esta revisión no constituyó una evaluación formal ni pruebas con usuarios objetivo, sino que se centró en analizar la coherencia funcional, visual y educativa de la aplicación.

En el Anexo B (Tabla B.8) se detalla el instrumento de retroalimentación aplicado. De los 24 criterios considerados, se obtuvo un cumplimiento positivo del 100 % por parte del endocrinólogo, y sobre el 90 % por parte de las otras dos profesionales. Esta diferencia en el porcentaje estuvo asociada principalmente a recomendaciones y sugerencias de mejora, tanto del lenguaje como de accesibilidad visual, sin que se detectara como tal un error funcional en el criterio.

En general, se observó que la mayoría de los criterios funcionales fueron cumplidos satisfactoriamente. Entre los aspectos más valorados se encuentra:

- La vinculación entre la cuenta del paciente y la del cuidador, permitiendo una forma de supervisión indirecta y respetuosa de la autonomía del usuario
- La adecuación del lenguaje y complejidad de los contenidos según la edad del usuario.

Actividad	Mejora sugerida
Monitoreo	Agregar campo editable donde el paciente describa síntomas percibidos diariamente
Menú	Incorporar botón para enviar propuestas de cambio o negociación de metas entre ambos perfiles
Planificación de comidas	Permitir ingreso de alimentación diaria por parte del paciente para sugerir reemplazos o cambios a la dieta
Juego tipo ahorcado	Puede ser estresante para niños. Usar mecánica por tiempo limitado o pistas graduales, en lugar de errores acumulativos.
Corrección uso de elementos de adorno	Si bien los adornos no presentan problema de funcionalidad, se puede mejorar su visualización
Registro de síntomas diarios	Agregar campo editable de estado emocional o físico para los usuarios, para registrar estado del día como en un diario

Tabla 4.6: Sugerencias funcionales entregadas por los expertos durante la evaluación

Criterio	Comentario sugerido
Adornos y avatar	Revisar visualización y coherencia con propósito educativo
Descripción de minijuegos	Agregar descriptores más breves para cada juego
Lenguaje inclusivo y claro	Eliminar diminutivos y reforzar inclusividad
Interfaz - botón de volver	Mejorar visibilidad de botón para retroceder a Menú
Terminología médica	Reemplazar “actividades médicas” por “actividades de automanejo”

Tabla 4.7: Sugerencias de mejora propuestas por los expertos (diseño, interfaz y contenido)

- La implementación de retroalimentación visual y positiva ante aciertos y errores en los mini-juegos.
- La interfaz fue percibida como clara e intuitiva durante las pruebas en smartphones Android.
- Se implementaron funciones básicas de seguridad, como el inicio de sesión mediante correo y contraseña, y la opción de eliminar la cuenta, alineadas con buenas prácticas de protección de datos personales.

No se reportaron errores críticos durante la navegación y todas las funcionalidades evaluadas fueron consideradas útiles y acordes a los objetivos pedagógicos propuestos. Los comentarios recibidos refuerzan la utilidad de la gamificación como herramienta de apoyo en el auto-manejo de la T1D. Sin embargo, también se mencionan posibles mejoras como las establecidas en la Tabla 4.6

La Tabla 4.7 presenta una segunda síntesis, esta vez enfocada en aspectos de mejora relacionados principalmente con diseño, experiencia de usuario y contenidos a fortalecer para su usabilidad.

4.3 Discusión

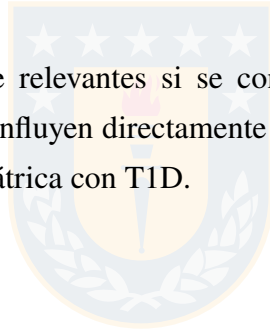
Los resultados obtenidos confirman la estabilidad funcional de la aplicación en dispositivos móviles con resolución estándar, lo cual es consistente con los dispositivos más frecuentemente utilizados por el público objetivo. Sin embargo, los problemas detectados en tablets evidencian la necesidad de adaptar los diseños de interfaz *layouts XML* utilizando prácticas como *ConstraintLayout*, *dimens.xml*

escalables, y el uso de elementos como *ScrollView* o *Guideline* para mejorar la construcción del del diseño.

Para garantizar la inclusión y accesibilidad de la aplicación en distintos formatos de pantalla, especialmente considerando que algunos usuarios podrían utilizar tablets en contextos educativos o clínicos, se propone una fase adicional de ajustes y pruebas orientadas a dispositivos de mayor tamaño. Estos cambios no modifican el comportamiento funcional ni la conectividad con Firebase, pero sí permiten una presentación visual más consistente entre distintos tipos de dispositivos.

La revisión técnica de los expertos permitió detectar mejoras específicas que facilitarían la interacción con la interfaz y el uso cotidiano de la aplicación. Se observa, por ejemplo, la necesidad de reforzar aspectos de diseño visual, así como de incorporar rutinas para manejo de emociones diarias del paciente. Si bien la aplicación cumple adecuadamente con sus objetivos funcionales, se propone que futuras versiones integren retroalimentación adicional proveniente de una variedad mayor de especialistas como nutricionistas, psicólogos infantiles y pediatras. La incorporación de distintas perspectivas clínicas podría enriquecer los contenidos y hacer la aplicación más útil como complemento en contextos de atención médica y educación en salud.

Estas sugerencias son especialmente relevantes si se considera el contexto cultural chileno y la diversidad de realidades familiares, que influyen directamente en el uso y percepción de aplicaciones de salud digital orientadas a población pediátrica con T1D.



Capítulo 5. Conclusiones

5.1 Conclusiones

El uso de tecnologías en salud ha experimentado un crecimiento constante, y el desarrollo de esta aplicación móvil representa un avance en herramientas tecnológicas para el auto-manejo de enfermedades crónicas, específicamente en la T1D. Este diseño integral incluye elementos educativos, lúdicos y de autocuidado, cuyo fin es abordar las necesidades específicas de pacientes jóvenes, permitiendo un avance en métodos de educación para pacientes, fomentando la adherencia al tratamiento y aligerando la carga emocional percibida tanto por los pacientes como por sus cuidadores.

En paralelo, la aplicación incorpora elementos de gamificación con el fin de fomentar la adherencia al tratamiento mediante el aprendizaje autónomo. Sin embargo, la literatura actual señala que aún no existe un nivel de certeza cuantificado respecto a qué técnica específica genera un mayor impacto en el tratamiento de enfermedades crónicas como la T1D.

Las complejidades del tema abarcan los mejores métodos de retroalimentación para infantes y adolescentes. Mientras que los adolescentes prefieren desafíos más complejos, los infantes requieren mayor retroalimentación positiva. Además, la protección de la privacidad de los datos de los usuarios, como la edad, requiere las consideraciones generales de una aplicación médica con respecto a la seguridad digital. Esto, junto a determinar que es lo que los pacientes con T1D desean versus lo que necesitan, planteaba un desafío importante que se contrarresta con esta aplicación.

A lo anterior se suma la necesidad de asegurar que la aplicación mantenga consistencia visual y funcional en dispositivos de distinta resolución, especialmente en tablets. Las pruebas realizadas revelaron que, si bien la aplicación funciona correctamente en smartphones, se identificaron ajustes pendientes en el diseño adaptativo, particularmente al visualizar la aplicación en tablets u otros dispositivos de gran formato.

Del mismo modo, la retroalimentación técnica recibida por parte de expertos reveló que, aunque la aplicación cumple funcionalmente con los objetivos definidos, se señalaron aspectos específicos a mejorar, como la claridad de la interfaz, el uso coherente de lenguaje inclusivo, y la ampliación de las opciones de personalización. Si bien corresponde a una primera revisión técnica, esta retroalimentación aporta insumos concretos que pueden guiar futuras iteraciones del diseño.

La consideración de estas complejidades, puede ser importante para estudios de otras patologías crónicas, o el avance e investigación asociado al desarrollo de aplicaciones similares con foco en las Diabetes Mellitus Tipo 1.

Finalmente, este trabajo se enmarca como un complemento a las estrategias tradicionales de auto-

manejo promovidas por enfermeras y profesionales de la salud, quienes guían al paciente y su familia en el monitoreo de glucosa, la administración de insulina, el conteo de carbohidratos y la incorporación de rutinas saludables. La aplicación desarrollada aporta un refuerzo digital a estas prácticas mediante alarmas, planificación de comidas y minijuegos educativos, que permiten practicar dichas habilidades en un entorno seguro y motivador. De esta manera, no sustituye la labor clínica, sino que potencia la educación continua, la motivación y la adherencia, fortaleciendo el auto-manejo en niños y adolescentes con T1D.

5.2 Trabajo Futuro

Como proyección, se podría continuar con el desarrollo y refinamiento de funcionalidades programadas en Java que aborden los distintos componentes del diseño establecido: visualización, entrega de información educativa y mecánicas de gamificación. Esto podría incluir optimizaciones en el uso de recursos del dispositivo (como la memoria RAM o el consumo de batería), así como mejoras en la eficiencia del código y su modularidad, aspectos relevantes para escalar la aplicación y mantener su rendimiento en diversos entornos.

También sería recomendable realizar pruebas de usabilidad con usuarios finales, una vez ajustada la versión actual, con el objetivo de identificar barreras en la experiencia de uso real, tanto desde el punto de vista de los pacientes como de sus cuidadores.

Por otra parte, se podría enriquecer futuras versiones incorporando retroalimentación de otros especialistas del área de la salud, como nutricionistas, psicólogos infantiles y pediatras. Este enfoque multidisciplinario permitiría una mayor robustez tanto el componente educativo como el contenido clínico de la herramienta.

Finalmente, una vez que la aplicación esté optimizada y lista para pruebas de campo, podrán explorarse nuevas líneas de investigación enfocadas en casos complejos o comorbilidades frecuentes en pacientes con T1D. Esto incluye, por ejemplo, la integración de contenidos que aborden interacciones con otras condiciones como celiaquía, tiroiditis de Hashimoto o trastornos de conducta alimentaria (TCA), permitiendo un abordaje más integral y sensible a la diversidad de escenarios clínicos que pueden coexistir con esta patología.

Capítulo 6. Glosario

CGMs Monitores continuos de glucosa (en inglés: Continuous Glucose Monitors)

DKA Cetoacidosis diabética (en inglés: Diabetic Ketoacidosis)

FDJ Fundación Diabetes Juvenil de Chile (en inglés: Juvenile Diabetes Foundation of Chile)

FLEX Estilo de vida Flexible para Empoderar el Cambio (en inglés: Flexible Lifestyle Empowering Change)

HbA1c Hemoglobina Glicosilada (en inglés: Glycated Hemoglobin)

HCL Circuito Cerrado Híbrido (en inglés: Hybrid Closed-Loop)

HDC Hidratos De Carbono (en inglés: Carbohydrates)

iSMIT Entrenamiento de Automanejo en línea (en inglés: internet-delivered Self-Management Training)

LIDia Aprender y Mejorar Diabetes (en inglés: Learn and Improve Diabetes)

MARS Escala de Calificación de Aplicaciones Móviles (en inglés: Mobile App Rating Scale)

MDT Equipo Multidisciplinario (en inglés: Multidisciplinary Team)

MVC Modelo–Vista–Controlador (en inglés: Model-View-Controller)

NCDs Enfermedades Crónicas No Transmisibles (en inglés: Non-Communicable Diseases)

PCP Juegos para Pacientes Infantiles (en inglés: Patient Child Play)

RUP Proceso Unificado de Rational (en inglés: Rational Unified Process)

T1D Diabetes Mellitus Tipo 1 (en inglés: Diabetes Mellitus Type 1)

TAM Modelo de Aceptación de la Tecnología (en inglés: Technology Acceptance Model)

Capítulo 7. Referencias

- [1] I. Tampe, C. Garfias, A. Borzutzky, L. Slaibe, and H. García, “Incidence of type 1 diabetes in Chilean children between 2006 and 2021: Significant increase during the COVID-19 pandemic,” *Acta Diabetologica*, vol. 61, no. 1, pp. 29–34, Jan. 2024.
- [2] M. D. Stutvoet, L. Levelt, M. M. Hrehovcsik, J. van’t Veer, V. T. Visch, W. M. Bramer, M. H. J. Hillegers, R. C. Veltkamp, S. L. Nijhof, and F. Estévez-López, “Gamification in eHealth for Chronic Disease Self-Management in Youth: A Systematic Review,” *Games for Health Journal*, Jun. 2024, publisher: Mary Ann Liebert, Inc., publishers.
- [3] H. A. Alrabaiah and N. Medina-Medina, “Agile Beeswax: Mobile App Development Process and Empirical Study in Real Environment,” *Sustainability*, vol. 13, no. 4, p. 1909, Jan. 2021.
- [4] Y. Zurynski, A. Carrigan, I. Meulenbroeks, M. N. Sarkies, G. Dammery, N. Halim, R. Lake, E. Davis, T. W. Jones, and J. Braithwaite, “Transition models of care for type 1 diabetes: A systematic review,” *BMC health services research*, vol. 23, no. 1, p. 779, Jul. 2023.
- [5] L. M. Wilson, N. Tyler, P. G. Jacobs, V. Gabo, B. Senf, R. Reddy, and J. R. Castle, “Patient Input for Design of a Decision Support Smartphone Application for Type 1 Diabetes,” *Journal of Diabetes Science and Technology*, vol. 14, no. 6, pp. 1081–1087, Nov. 2020.
- [6] N. Charlier, N. Zupancic, S. Fieuws, K. Denhaerynck, B. Zaman, and P. Moons, “Serious games for improving knowledge and self-management in young people with chronic conditions: A systematic review and meta-analysis,” *Journal of the American Medical Informatics Association*, vol. 23, no. 1, pp. 230–239, Jan. 2016.
- [7] R. Rodríguez Zamora, I. A. Silva Hernández, and L. A. E. Núñez, “Development Serious Games Using Agile Methods. Test Case: Values and Attitudinal Skills,” in *Telematics and Computing*, M. F. Mata-Rivera and R. Zagal-Flores, Eds. Cham: Springer International Publishing, 2018, pp. 270–281.
- [8] E. Amengual-Alcover, M. Mascaró-Oliver, and M. Caimari-Jaume, “LIDia: A Serious Game for Type 1 Diabetes Education,” in *Information Systems and Technologies*, A. Rocha, H. Adeli, G. Dzemyda, F. Moreira, and V. Colla, Eds. Cham: Springer Nature Switzerland, 2024, pp. 340–346.
- [9] G. D. Ogle, S. James, D. Dabelea, C. Pihoker, J. Svensson, J. Maniam, E. L. Klatman, and C. C. Patterson, “Global estimates of incidence of type 1 diabetes in children and adolescents: Results

from the International Diabetes Federation Atlas, 10th edition,” *Diabetes Research and Clinical Practice*, vol. 183, Jan. 2022, publisher: Elsevier.

- [10] M. Monaghan, B. L. Bryant, H. Inverso, H. R. Moore, and R. Streisand, “Young Children with Type 1 Diabetes: Recent Advances in Behavioral Research,” *Current Diabetes Reports*, vol. 22, no. 6, pp. 247–256, Jun. 2022.
- [11] H. Dai, Q. Chen, H. Huang, K. Wu, and X. Yang, “The Role of Nurses in Taking Care of Children With Type 1 Diabetes,” *Alternative Therapies in Health and Medicine*, vol. 28, no. 1, pp. 107–113, Jan. 2022.
- [12] H. Farley, “Promoting self-efficacy in patients with chronic disease beyond traditional education: A literature review,” *Nursing Open*, vol. 7, no. 1, pp. 30–41, Jan. 2020.
- [13] M. Uther, “Mobile Learning—Trends and Practices,” *Education Sciences*, vol. 9, no. 1, p. 33, Mar. 2019.
- [14] M. S. Alotaibi, “Game-based learning in early childhood education: A systematic review and meta-analysis,” *Frontiers in Psychology*, vol. 15, p. 1307881, Apr. 2024.
- [15] Android Developers, “Android studio - android developer,” Último acceso: 7 de octubre de 2024.
- [16] V. Thakare, “Android and Windows Work-System using Firebase,” *International Journal of Research Publication and Reviews*, vol. 4, no. 6, pp. 63–68, Jun. 2023.
- [17] V. Vainauskienė and R. Vaitkienė, “Enablers of Patient Knowledge Empowerment for Self-Management of Chronic Disease: An Integrative Review,” *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 18, no. 5, p. 2247, Mar. 2021.
- [18] D. H. Grosseohme, E. Smith, D. Standiford, N. Morwessel, J. Kichler, D. M. Maahs, K. Driscoll, and M. Seid, “Understanding adolescent and parent acceptability and feasibility experience in a large Type 1 diabetes mellitus behavioural trial,” *Diabetic Medicine: A Journal of the British Diabetic Association*, vol. 37, no. 7, pp. 1134–1145, Jul. 2020.
- [19] H. Salim, A. T. Cheong, S. Sharif-Ghazali, P. Y. Lee, P. Y. Lim, E. M. Khoo, N. Hussein, N. H. Harrun, B. K. Ho, H. Pinnock, and RESPIRE Collaboration, “A self-management app to improve asthma control in adults with limited health literacy: A mixed-method feasibility study,” *BMC Medical Informatics and Decision Making*, vol. 23, no. 1, p. 194, Sep. 2023.

- [20] K. J. Cheah, Z. Abdul Manaf, A. Fitri Mat Ludin, N. H. Razalli, N. Mohd Mokhtar, and S. H. Md Ali, "Mobile Apps for Common Noncommunicable Disease Management: Systematic Search in App Stores and Evaluation Using the Mobile App Rating Scale," *JMIR mHealth and uHealth*, vol. 12, pp. e49 055–e49 055, Mar. 2024.
- [21] C. Kinzel and B. Manfras, "The Influence of Digital Affinity on the Continuous Glucose Monitoring System Choice by People With Type 1 Diabetes," *Journal of Diabetes Science and Technology*, vol. 18, no. 2, pp. 438–444, Mar. 2024.
- [22] E. De Souza Ferreira, F. De Aguiar Franco, M. M. Dos Santos Lara, A. A. Levcovitz, M. A. Dias, T. R. Moreira, A. H. M. De Oliveira, and R. M. M. Cotta, "The effectiveness of mobile application for monitoring diabetes mellitus and hypertension in the adult and elderly population: Systematic review and meta-analysis," *BMC Health Services Research*, vol. 23, no. 1, p. 855, Aug. 2023.
- [23] F. Zargar, A. Salmani, and M. J. Tarrahi, "Online Self-management Training and Play Therapy for Treating Behavioral Problems of Children With T1DM," *Journal of Research and Health*, vol. 14, no. 2, pp. 189–198, Mar. 2024.
- [24] N. Kime, S. Zwolinsky, and A. Pringle, "Evaluation of the DigiBete App, a Self-Management App for Type 1 Diabetes: Experiences of Young People, Families, and Healthcare Professionals," *Children*, vol. 10, no. 12, p. 1933, Dec. 2023.
- [25] J. A. Rewolinski, A. Kelemen, and Y. Liang, "Type I Diabetes Self-management With Game-Based Interventions for Pediatric and Adolescent Patients," *CIN: Computers, Informatics, Nursing*, vol. 39, no. 2, p. 78, Feb. 2021.
- [26] R. Damaševičius, R. Maskeliūnas, and T. Blažauskas, "Serious Games and Gamification in Healthcare: A Meta-Review," *Information-an International Interdisciplinary Journal*, vol. 14, no. 2, p. 105, Feb. 2023, number: 2 Publisher: Multidisciplinary Digital Publishing Institute.
- [27] E. F. H. Reinders, R. de Vries, P. C. M. Wouters – van Poppel, N. A. W. Van Riel, and H. R. Haak, "Serious digital games for diabetes Mellitus: A scoping review of its current State, Accessibility, and functionality for patients and healthcare providers," *Diabetes Research and Clinical Practice*, vol. 216, p. 111833, Oct. 2024.
- [28] Y. Wu, T.-X. Long, J. Huang, Q. Zhang, A. Forbes, and M.-Z. Li, "Delivering a Smartphone Serious Game-Based Intervention to Promote Resilience for Adolescents With Type 1 Diabetes: A Feasibility Study," *Journal of Pediatric Health Care*, p. S0891524524001391, Jun. 2024.

- [29] A.M.A.R.: *hacia un cuidado respetuoso de apego en la infancia*, Séptima reimpresión: mayo de 2021 ed. Santiago de Chile: Penguin Random House Grupo Editorial : Ediciones B, 2021.
- [30] L. Alwakeel and K. Lano, “Functional and Technical Aspects of Self-management mHealth Apps: Systematic App Search and Literature Review,” *JMIR Human Factors*, vol. 9, no. 2, p. e29767, May 2022.
- [31] P. Jahoda, “MPAndroidChart – A powerful Android chart view / graph view library,” 2023, disponible bajo licencia Apache 2.0. Accedido en mayo de 2025.
- [32] American Diabetes Association Professional Practice Committee, N. A. ElSayed, G. Aleppo, R. R. Bannuru, D. Bruemmer, B. S. Collins, S. R. Das, L. Ekhlaspour, M. E. Hilliard, E. L. Johnson, K. Khunti, M. N. Kosiborod, I. Lingvay, G. Matfin, R. G. McCoy, M. L. Perry, S. J. Pilla, S. Polsky, P. Prahalad, R. E. Pratley, A. R. Segal, J. J. Seley, R. C. Stanton, and R. A. Gabbay, “10. Cardiovascular Disease and Risk Management: *Standards of Care in Diabetes—2024*,” *Diabetes Care*, vol. 47, no. Supplement_1, pp. S179–S218, Jan. 2024.
- [33] C. Laugesen, S. Schmidt, J. J. Holst, K. Nørgaard, and A. G. Ranjan, “The effect of preceding glucose decline rate on low-dose glucagon efficacy in individuals with type 1 diabetes: A randomized crossover trial,” *Diabetes, Obesity and Metabolism*, vol. 23, no. 4, pp. 1057–1062, Apr. 2021.
- [34] Maria Teresa Onetto, “Manual de Conteo de Carbohidratos – Edición Digital Julio 2020,” Jul. 2020, **Código de publicación:** 143MPI525/MAY2019-CH.

Anexo A. Diseño de la Aplicación

Este Anexo, se dispone para una explicación detallada y visual para comprender la estructura lógica y funcional de la aplicación, comprendiendo el diagrama de flujo de la aplicación junto con el mockup de la misma.

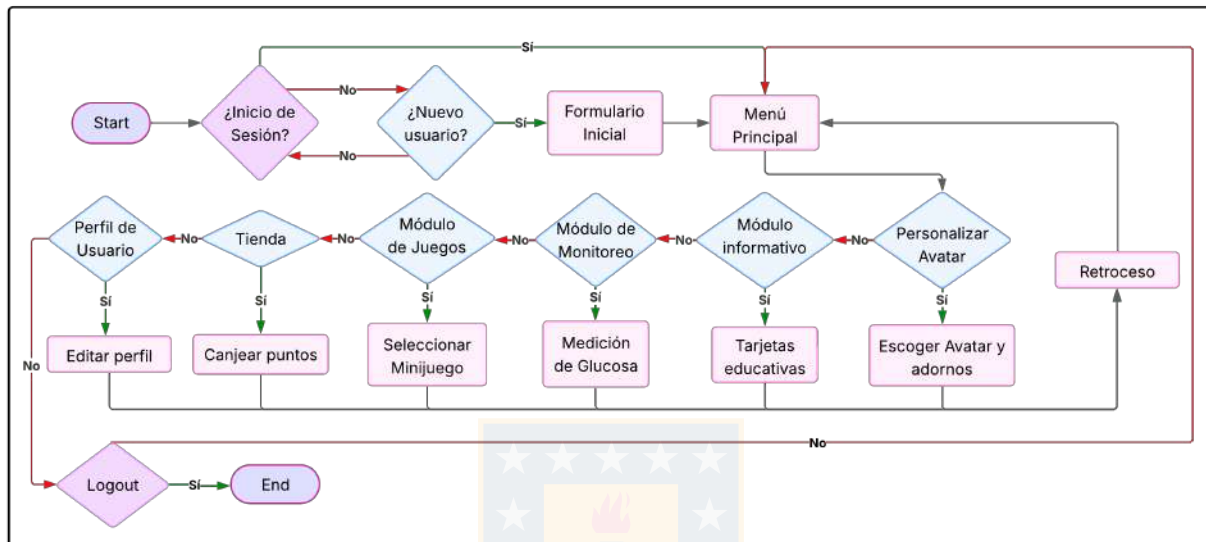
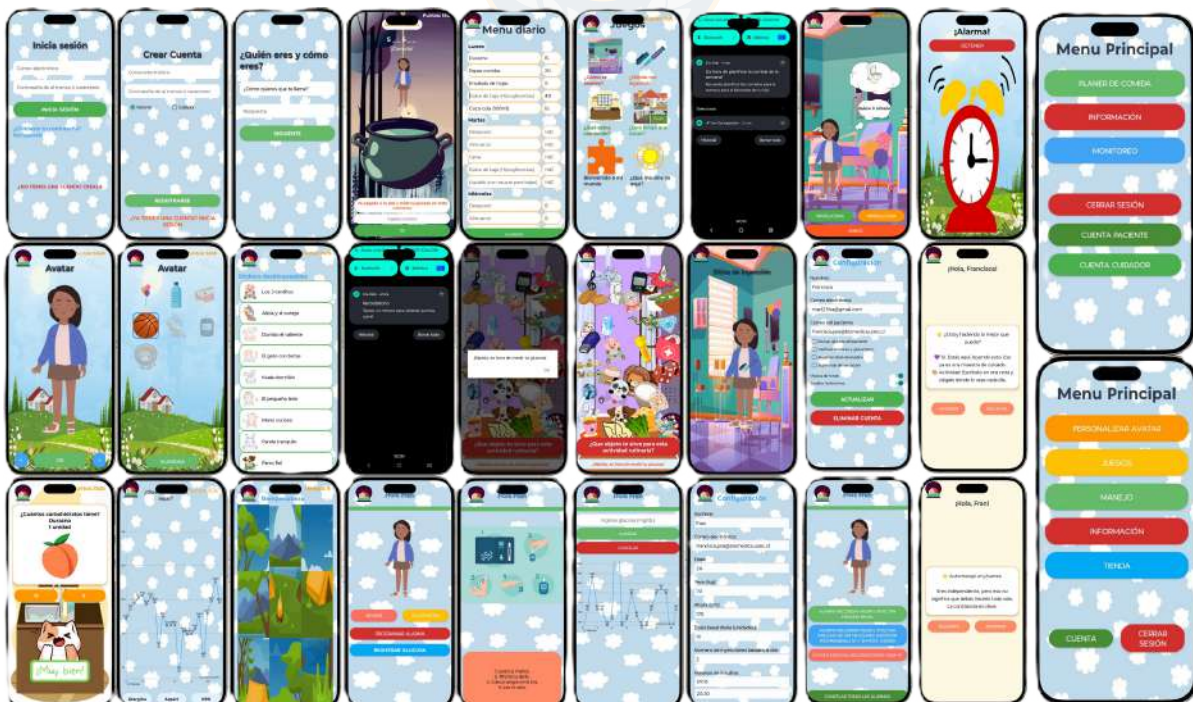


Fig. A.39: Diagrama de Flujo [Elab.Propia].



El diagrama de flujo, describe las interacciones entre los módulos de la aplicación y flujo de navegación generales facilitando la visión global del funcionamiento de la aplicación considerando su funcionalidad desde el punto de vista el usuario a partir de el inicio de sesión hasta la salida de la aplicación.

El Mockup por otro lado, ilustra las pantallas principales, con su funcionalidad asociada respecto al uso de los botones, alineándose al flujo de navegación, diseño visual y lúdico.

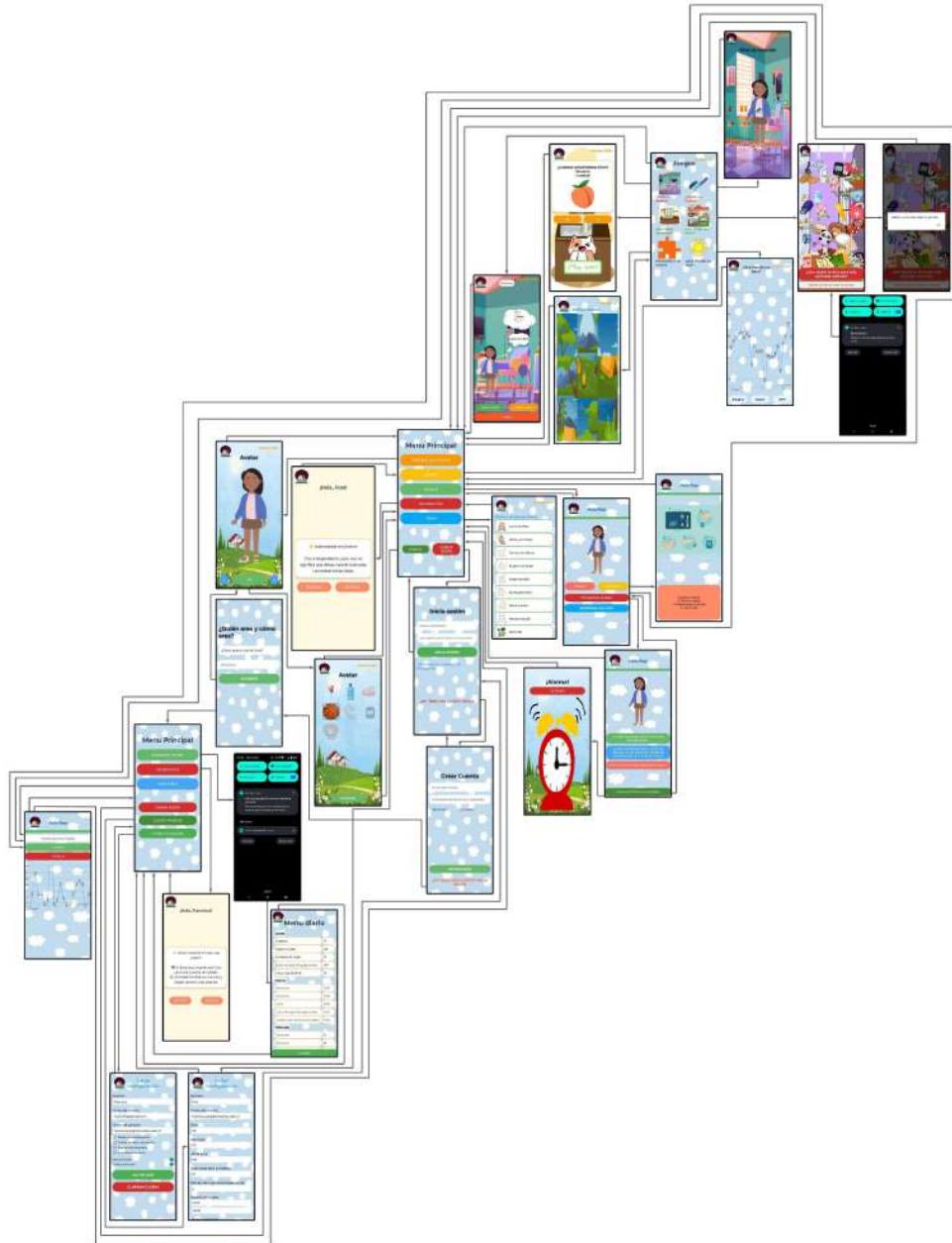


Fig. A.41: Mockup funcionamiento pantallas [Elab.Propia].

Anexo B. Criterios de Evaluación Funcional

Tabla B.8: Checklist aplicado para evaluación funcional por usuarios expertos

1. GESTIÓN DE PERFILES	SÍ	NO	COMENTARIO
1.1.1 Integra personalización de avatar y adornos como parte de un sistema de recompensas.			
1.1.2 Permite la creación y edición de perfil, incluyendo datos médicos básicos del paciente (por ejemplo, tipo de insulina, objetivos glucémicos).			
1.1.3 Sincroniza los datos del paciente de manera segura entre dispositivos.			
1.2.1 Permite vinculación con la cuenta del paciente para seguimiento y soporte.			
1.2.2 Permite acceso a la información clave sobre el manejo de la diabetes del paciente.			
1.2.3 Facilita la gestión de recordatorios y alertas para el paciente.			
2. FUNCIONALIDAD DE LOS JUEGOS EDUCATIVOS			
2.1 Los mini-juegos tienen objetivos claros y entregan enseñanzas significativas (por ejemplo, conteo de carbohidratos, reconocimiento de síntomas).			
2.2 Las dinámicas están ajustadas por rango etario y nivel de conocimiento del usuario.			
2.3 El progreso del paciente se refleja adecuadamente dentro de los juegos (por ejemplo, acumulación de puntos, niveles).			
2.4 No se incluyen mensajes que puedan ser interpretados como estigmatizantes o erróneos para personas con enfermedades crónicas.			
2.5 Las respuestas del juego ante errores del usuario son coherentes y educativas, sin inducir a decisiones peligrosas.			
3. INFORMACIÓN EDUCATIVA Y CLÍNICA			
3.1 Incluye una alfabetización de conceptos clave necesarios para el manejo de la Diabetes Mellitus Tipo 1, con lenguaje adecuado a la edad.			

3.2 Proporciona información educativa sobre las actividades médicas diarias esperadas (medición de glucosa, administración de insulina, etc) de manera lúdica e interactiva.			
3.3 El contenido educativo está alineado con las guías nacionales e internacionales actuales para el manejo de la diabetes.			
3.4 Ofrece retroalimentación inmediata, visual o auditiva, que refuerza los conceptos aprendidos.			
4. FUNCIONALIDADES GRÁFICAS			
4.1 La aplicación inicia correctamente en dispositivos Android compatibles.			
4.2 No se detectaron errores críticos durante la navegación que afecten significativamente la experiencia del usuario.			
4.3 Los elementos de interfaz, como animaciones o imágenes, no interfieren con el contenido funcional del juego.			
4.4 El diseño es intuitivo y adaptado a los diferentes grupos etarios, facilitando su uso por parte de pacientes y cuidadores.			
4.5 Las pantallas son claras, con botones fácilmente identificables y accesibles.			
5. SEGURIDAD			
5.1 El sistema de inicio de sesión asegura que el acceso se realice por medio de correo y contraseña.			
5.2 Permite la eliminación segura de la cuenta y los datos asociados cuando el paciente lo solicita.			

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION – FACULTAD DE INGENIERIA

RESUMEN DE MEMORIA DE TITULO

Departamento	: Departamento de Ingeniería Eléctrica
Carrera	: Ingeniería Civil Biomédica
Nombre del memorista	: Francisca María Jara Miranda
Título de la memoria	: Diseño y desarrollo de aplicación en Android para automanejo en pacientes con Diabetes Mellitus Tipo 1 utilizando la técnica de juegos serios
Fecha de la presentación oral	: 28/08/25
Profesor(es) Guía	: Rosa Figueroa, Patricio Salman
Profesor(es) Revisor(es)	: María Elena Lagos, Mario Medina
Concepto	:
Calificación	:

Resumen

Este proyecto desarrolló una aplicación móvil Android para fomentar el auto-manejo y adherencia al tratamiento en pacientes con Diabetes Mellitus Tipo 1, enfocándose en infantes y adolescentes. La app incorpora gamificación para reducir la carga emocional de los cambios de hábitos, reforzando conductas saludables, motivación y adherencia mediante minijuegos y recursos interactivos, incluyendo la correcta administración de insulina y el conteo de carbohidratos.

Los incentivos para la participación incluyen personalización del avatar, recompensas por tareas, recordatorios y actividades diarias, diseñados para minimizar la percepción de carga y promover la autonomía desde temprana edad. Esta estrategia contribuye a la construcción de hábitos sostenibles y constituye una herramienta educativa complementaria para pacientes y cuidadores.

El desarrollo se realizó en Android Studio, con Java como lenguaje de programación y Firebase para autenticación y sincronización de datos. La aplicación incorpora algoritmos que ajustan la dificultad según la edad y una estructura modular, asegurando independencia funcional de cada bloque educativo. La revisión por expertos en salud e ingeniería garantizó la validez, claridad y pertinencia clínica y pedagógica, resultando en una herramienta funcional, coherente y segura, alineada con los objetivos del proyecto y capaz de apoyar el aprendizaje del automanejo de la T1D.