

Aplicación gamificada para pacientes de insuficiencia renal

Gonzalo Marcos Vaquero

Grado en Ingeniería Informática y Sistemas de Gestión

CURSO 2021 - 2022



Centre adscrit a la



Agradecimientos

Quiero agradecer a mis amigos, familia y tutor, Carles Bonet, por su apoyo y aprecio, que ha sido indispensable para poder acabar este trabajo.

¡Muchísimas gracias!

Resumen

Para ayudar a pacientes con insuficiencia renal crónica se ha desarrollado una aplicación de apoyo que les informa e incita a mantenerse sanos. El objetivo de esta aplicación no es sustituir su tratamiento médico, sino complementarlo para mejorar su salud y calidad de vida, haciendo que los pacientes adquieran un rol activo en el tratamiento de su enfermedad.

Resum

Per a ajudar a pacients d'insuficiència renal crònica s'ha desenvolupat una aplicació d'ajut que els informa i incita a mantenir-se saludables. L'objectiu d'aquesta aplicació no és substituir el seu tractament mèdic, sinó complementar-lo per a millorar la seva salut i qualitat de vida, fent que els pacients adquireixin un rol actiu en el tractament de la seva malaltia.

Abstract

In order to help patients with chronic renal insufficiency, a support application has been developed that both informs them and encourages them to stay healthy. The objective of this application is not to replace their medical treatment, but to complement it to improve the patient's health and quality of life, making them acquire an active role in the treatment of their illness.

Índice

Índice de figuras	III
Índice de tablas	V
Glosario de términos	VII
Introducción	1
Marco teórico	3
Insuficiencia Renal Crónica	3
Objeto del proyecto	3
Co-creación	4
Gamificación	4
Tecnologías usadas.....	5
Análisis de referentes	7
Nefrodiet.....	7
Pukono.....	8
RenalHelp.....	9
Diálisis 24h.....	10
Conclusiones del análisis	11
Objetivos y alcance	13
Requerimientos.....	14
Presupuesto.....	16
Metodología	19
Scrum	19
Desarrollo	21
Sprint 1	21
Sprint 2	22
Sprint 3	23

Sprint 4	23
Sprint 5	25
Sprint 6	26
Sprint 7	27
Sprint 8	28
Sprint 9	32
Sprint 10	33
Sprint 11	34
Sprint 12	36
Sprint 13	39
Análisis de resultados	41
Conclusiones	43
Posibles ampliaciones	45
Bibliografía.....	47

Índice de figuras

Figura 1: Aplicación Nefrodiet	7
Figura 2: Aplicación Pukono.....	8
Figura 3: Aplicación RenalHelp.....	9
Figura 4: Aplicación Diálisis 24h.....	10
Figura 5: Diagrama de desarrollo Scrum	19
Figura 6: Primer esquema de base de datos	22
Figura 7: Bocetos de interfaz	24
Figura 8: Distribución de elementos en la aplicación	25
Figura 9: Interfaz de registro	26
Figura 10: Diagrama de flujo de inicio de sesión.....	28
Figura 11: Ejemplo de categorías y vídeos en base de datos	30
Figura 12: Interfaz del sistema de vídeos.....	31
Figura 13: Interfaces del sistema de cuestionarios	33
Figura 14: Menú principal con consejo diario	34
Figura 15: Controles de reproducción del vídeo	35
Figura 16: Pantalla de fin de cuestionario	36
Figura 17: Registro de logros en base de datos	37
Figura 18: Recompensas cosméticas y sus sistemas	38
Figura 19: Pantalla de selección de cosméticos	39

Índice de tablas

Tabla 1: Costes del TFG.....	17
------------------------------	----

Glosario de términos

Gamificación: La gamificación consiste en la integración de mecánicas de juegos en un entorno ajeno al juego.

Backend: Apartado de lógica de una aplicación.

Frontend: Apartado visual de interacción con usuarios de una aplicación.

Sprint: Ciclo de trabajo de la metodología Scrum.

Co-creación: Proceso de diseño de producto realizado de forma conjunta.

Framework: Estructura previa usada para desarrollar un proyecto.

Hashing: Función que transforma unos datos de entrada de extensión variable en unos datos de salida de extensión fija.

Feedback: Retroalimentación. Acción de ofrecer información a una persona sobre un resultado.

Introducción

la insuficiencia renal es una enfermedad que afecta aproximadamente al 10% de la población adulta española y a más del 20% de los mayores de 60 años [1].

La falta de información y el desinterés son algunos de los principales factores por los que pacientes de enfermedades como la insuficiencia renal crónica descuidan su tratamiento [2], [3], así como las diferentes medidas que han de tomar para no agravar su estado (vigilar su dieta, realizar ejercicio físico regularmente y no descuidar su salud mental, entre otras).

Para hacer que los pacientes tengan un compromiso mayor con su dolencia y adopten una actitud proactiva, se les proporciona una herramienta que les informa e incentiva a mantenerse saludables.

El objetivo de esta herramienta es:

- Proporcionar una gran cobertura de las necesidades del paciente.
- Proporcionar información de calidad, contrastada y adecuada a las necesidades del paciente en tiempo real.
- Reforzar una actitud saludable, positiva y de interés por la enfermedad.
- Mejorar las condiciones físicas y psicológicas del paciente.
- Usarse en conjunción con el tratamiento médico, no sustituirlo.

La implementación de dicha herramienta ha consistido en una aplicación médica multiplataforma, la cual ha sido diseñada utilizando técnicas de gamificación para aumentar la adherencia e interés de los pacientes.

La aplicación cuenta con un frontend hecho en Unity, un backend basado en Node.js y una base de datos MongoDB.

Las diferentes funcionalidades con las que cuenta la aplicación han sido definidas en un proceso de co-creación que ha involucrado a médicos, pacientes, cuidadores, personal de enfermería y personal técnico en diseño de aplicaciones.

Marco teórico

Insuficiencia Renal Crónica

Se conoce la insuficiencia renal crónica como la pérdida progresiva, generalmente irreversible, de la tasa de filtración glomerular que se traduce en un conjunto de síntomas y signos denominado uremia y que en su estadio terminal es incompatible con la vida [4].

Esta dolencia es objeto de estudio de la Nefrología, definida por la Sociedad Española de Nefrología como una especialidad médica que tiene por objeto el estudio morfológico y funcional del riñón en condiciones normales y patológicas [5].

Este es el contexto médico en el que se fundamenta el proyecto, necesitando de unas especificaciones médicas que exceden los conocimientos del grado de ingeniería informática. Por ende, los requerimientos y funcionalidades específicas han sido creados en un proceso de creación conjunta o co-creación, que ha involucrado a profesionales médicos, pacientes y demás personal técnico necesario para su definición.

Objeto del proyecto

Cuando se comunica a un o una paciente de que padece de insuficiencia renal y se le informa de las alternativas que existen de cara al tratamiento sustitutorio, se le proporciona un gran volumen de información respecto a la dieta a seguir y las actividades a realizar para mantenerse saludable.

Toda esta información puede resultar abrumadora y difícil de procesar para nuevos pacientes, y es justamente en esta situación donde resulta positiva la ayuda de una aplicación que les apoya e incentiva a mantenerse saludables [6], [7].

Esta es la premisa del doctorado industrial llevado a cabo por Carles Bonet [6] a partir del cual surge este trabajo de fin de grado: hacer el diseño y la implementación de la aplicación.

La herramienta consiste en una aplicación, formato elegido por su accesibilidad debido a la extensa adopción de los dispositivos móviles y por su capacidad de proporcionar datos en tiempo real y adecuados a las necesidades específicas de cada paciente.

Co-creación

A la hora de fundamentar la aplicación con una base médica contrastada y adecuar las funcionalidades de la aplicación a las necesidades de los pacientes, se ha realizado un proceso de co-creación a lo largo de tres sesiones, involucrando a médicos, pacientes, cuidadores, personal de enfermería y personal técnico en diseño de aplicaciones [6].

El resultado de estas sesiones es la hoja de ruta a seguir con los requisitos y funcionalidades de la aplicación, garantizando así la cobertura de las necesidades reales de los y las pacientes, así como funcionalidades enfocadas a apoyar al personal médico.

Concretamente, destacan cuatro ámbitos en los que fundamentar la aplicación:

- Conocimiento de la enfermedad.
 - Vídeos, cuestionarios y consejos para orientar a los pacientes.
- Control alimentario.
 - Gestión de menús y alimentos, así como seguimiento del consumo diario.
- Gestión emocional y salud mental.
 - Análisis y seguimiento del estado emocional de los pacientes.
- Gestión del estado físico de los pacientes
 - Recordatorios y control de medicación.
 - Metas y control de ejercicio diario.

Gamificación

La gamificación consiste en la integración de mecánicas de juegos en un entorno ajeno al juego [8].

Las diferentes funcionalidades y la estructura de la información dentro de la aplicación han sido diseñadas desde un marco de gamificación, buscando generar una experiencia llamativa y que implique emocionalmente al paciente.

La primera versión del diseño ha consistido en la obtención de logros al alcanzar metas (por ejemplo: crear una receta o responder por primera vez a un cuestionario) y otorgar puntos a los usuarios en base a el número de logros obtenidos y la dificultad de los mismos.

Tras varias iteraciones, el diseño final ha sido expandido a la obtención de elementos cosméticos al alcanzar los logros, con los cuales se puede personalizar a la mascota de la aplicación. Estas recompensas proporcionan un valor tangible y generan una implicación emocional por parte del usuario con el progreso en la aplicación.

Tecnologías usadas

Para elegir qué programas, librerías y plataformas usar para desarrollar el proyecto, se ha llevado a cabo una investigación, considerando los pros y contras de los estándares de la industria.

Tras considerar las especificaciones del proyecto, las principales tecnologías usadas son:

- Base de datos MongoDB: La flexibilidad y escalabilidad son dos pilares del proyecto, indispensables para poder expandir sus funcionalidades en un desarrollo futuro, especialmente en el contexto de grandes volúmenes de datos distribuidos.
- Backend basado en Node.js: Ampliamente usado en la industria, Node.js permite manejar grandes volúmenes de conexiones, características ideales para un backend de una aplicación como la desarrollada en este proyecto.
- Frontend basado en Unity: Elegido por su capacidad de exportar la aplicación a cualquier plataforma, especialmente Android, IOS y PC. Además, el ser un motor de juegos permite crear todo tipo de interfaces interactivas, adecuadas a las necesidades de gamificación del proyecto.

Análisis de referentes

En el contexto de las aplicaciones médicas y en específico en el campo de la insuficiencia renal, ya existen aplicaciones con funcionalidades y objetivos similares. Algunos de los principales referentes son:

Nefrodiet

Creada por la Fundación Renal, esta aplicación se especializa en el seguimiento alimentario del paciente, proporcionando información sobre los alimentos que puede o no consumir, así como los que ya ha consumido a lo largo del día, realizando así un seguimiento muy detallado y preciso del paciente [9].

Pese a ser una aplicación que destaca en el ámbito de la alimentación, no contempla otras facetas importantes del seguimiento del paciente, como por ejemplo el control de la salud mental o el ejercicio diario, entre otros.

En definitiva, se trata de una aplicación que destaca en la calidad de las funcionalidades que dispone, pero que no proporciona una cobertura completa de las necesidades del paciente.



Figura 1: Aplicación Nefrodiet. Fuente: [9].

Pukono

Creada por la Sociedad Española de Nefrología, se trata de una aplicación similar a Nefrodiet, ya que también se especializa en el seguimiento alimentario del paciente. Esta aplicación cuenta con muy buena usabilidad, debido a que muestra la información de una forma clara y concisa [10].

Concretamente, esta aplicación destaca por su “semáforo renal”, un sencillo código de colores que indica a los usuarios lo seguro que es un alimento para ellos.

Tanto esta aplicación como Nefrodiet destacan en el ámbito de la alimentación, pero ambas descuidan otros aspectos necesarios en el seguimiento del paciente, justificando la existencia de este proyecto.



Figura 2: Aplicación Pukono. Fuente: [10].

RenalHelp

Pensada como una aplicación móvil que proporciona respuestas a los pacientes, evitando así que tengan que desplazarse hasta el hospital. Ofrece información en tres grandes bloques: Nutrición, medicación y deporte. Además, cuenta con un foro para que los usuarios puedan crear y responder a publicaciones [11].

Esta aplicación, enfocada a educar y resolver dudas de los pacientes, se especializa en proporcionar información de calidad y de ámbitos muy variados, pero no proporciona ningún tipo de seguimiento personalizado del usuario, haciendo que sea una herramienta valiosa pero no suficiente como para suplir todas las necesidades del paciente.



Figura 3: Aplicación RenalHelp. Fuente: [11].

Diálisis 24h

Se trata de una aplicación de apoyo y referencia pensada para pacientes de diálisis. Permite la creación de un perfil y el control diario de alimentos y pérdidas de líquidos, adecuándose a las necesidades del usuario. Además, permite el cálculo del balance hídrico y el control de su diálisis [12].

Esta aplicación cuenta con todo tipo de funcionalidades que se adecúan a las necesidades del paciente, pero cuenta con un gran inconveniente: está pensada para pacientes de diálisis, dejando a otros tipos de pacientes (hemodiálisis, trasplantados, pre-diálisis, etc.) sin cubrir.



ss

Figura 4: Aplicación Diálisis 24h. Fuente: [12].

Conclusiones del análisis

Existen en el mercado bastantes aplicaciones enfocadas a pacientes de insuficiencia renal, y pese a que muchas son de gran calidad, suelen especializarse en un único aspecto de la enfermedad, haciendo que el paciente tenga que descargar varias para poder tener una cobertura completa. Por ende, una aplicación que logre satisfacer todas sus necesidades correctamente tiene cabida en el mercado, justificando así este proyecto.

Objetivos y alcance

El alcance total de la aplicación supone una complejidad y volumen de trabajo mayores a los requeridos para un trabajo de fin de grado. Por este motivo, las tareas a completar se repartirán entre los dos alumnos realizando este trabajo de forma equivalente.

La naturaleza independiente de las funcionalidades de la aplicación hace que ésta sea modular, facilitando la división y repartición de tareas.

Las funcionalidades, de carácter médico, difieren de los conocimientos de la carrera de ingeniería informática. Por este motivo, vienen dadas por tres sesiones de co-creación realizadas previamente. Dichas sesiones han involucrado a médicos, pacientes, cuidadores, personal de enfermería y personal técnico en diseño de aplicaciones.

Específicamente, este trabajo se enfoca en el ámbito de conocimientos de la enfermedad, definido en el marco teórico.

Los objetivos principales del trabajo son:

- Creación de una base de datos.
- Creación del frontend de la aplicación.
- Creación del backend de la aplicación.
- Creación de un sistema de registro de usuarios.
- Creación de una herramienta de reproducción de vídeos dentro de la aplicación.
- Diseño y creación de mecánicas de gamificación.

Los objetivos secundarios del trabajo son:

- Creación de un sistema de consejos diarios.
- Creación de un sistema de cuestionarios para verificar el conocimiento del usuario.
- Realización de un diseño gráfico para la aplicación.

Requerimientos

Los requerimientos, formulados a partir de los objetivos de la aplicación, consisten en:

- Diseño y creación de una base de datos.
 - Esquema de la base de datos.
 - Implementación de la base de datos.

- Diseño y creación del frontend de la aplicación.
 - Pantalla de registro.
 - Pantalla de login.
 - Selector de funcionalidades.
 - Gestión de peticiones con backend.

- Diseño y creación del backend de la aplicación.
 - Conexión con la base de datos.
 - API para conectar el backend con el frontend.
 - Cálculos y métodos específicos para cada funcionalidad de la aplicación.

- Diseño y creación de un sistema de registro de usuarios.
 - Perfil de usuario.
 - Registro y lectura en base de datos.
 - Creación de usuarios en backend.
 - Creación de usuarios en frontend.
 - Cifrado de datos.

- Diseño y creación de una herramienta de reproducción de vídeos
 - Almacenamiento de vídeos en base de datos.
 - Suministro de vídeos al frontend.
 - Categorización de vídeos.
 - Reproducción de vídeos en frontend.

- Diseño y creación del sistema de gamificación
 - Diseño del sistema y su interacción con los usuarios.

- Interconexión de las diferentes funcionalidades con el sistema de gamificación.

Las funcionalidades cuya implementación se ha considerado que excede el alcance temporal del proyecto han sido categorizadas como requerimientos no funcionales.

Los requerimientos no funcionales consisten en:

- Sistema de consejos diarios
 - Registro de consejos en base de datos.
 - Visualización de consejos en frontend.
- Sistema de cuestionarios
 - Almacenamiento de cuestionarios en base de datos.
 - Almacenamiento de respuestas en base de datos.
 - Mostrar cuestionarios en frontend.
 - Enviar respuestas de cuestionarios a backend.
 - Registro de respuestas del usuario.
- Realización de un diseño gráfico para la aplicación.
 - Definición de una paleta de colores.
 - Estudio de usabilidad para las interfaces.
 - Diseño y distribución de elementos de la interfaz.

Presupuesto

La duración estimada del trabajo es de 500 horas a lo largo de siete meses.

El salario bruto anual promedio de un ingeniero informático en Barcelona es de 36 500€ [13]. Por lo tanto, el coste de empresa aproximado es de un 33% más. Estimando una media anual de 1.800 horas trabajadas, resulta en:

$$36500 * 1.33 / 1800 = 27€/hora.$$

Considerando que el volumen estimado de trabajo para realizar el proyecto es de 500 horas, obtenemos un coste aproximado de mano de obra de 13 500€.

El equipamiento necesario para desarrollar una aplicación con Unity [14] es de un ordenador con un coste aproximado de 1 500€, que se amortiza en ocho años [15]. Por ende, durante los siete meses de desarrollo supone un coste de 109€.

Los suministros necesarios son:

- Electricidad: 30€/mes.
- Internet: 40€/mes.

El alquiler de la oficina asciende a 350€/mes.

Los diferentes softwares y servicios necesarios, con sus respectivos costes de licencias son:

- Unity: Gratuito si los ingresos de la aplicación son inferiores a 100 000€ anuales. (Si se supera esa cifra hay diferentes planes de costes en función de los requerimientos de la aplicación)
- Visual Studio Code: Gratuito.
- MS Office: Siete €/mes.

El hosting del backend de la aplicación, así como su base de datos se encuentran en un servidor Azure con un coste estimado de 200€/mes.

En total, el coste del proyecto asciende a 18,403€.

Costes TFG				
Mano de obra	13,485		Salario Bruto	36,500 €
Equipamiento	109		Coste empresa	133% €
Suministros	910		Horas anuales	1,800 h
Alquileres	2,450		Tasa horaria	26.97 €/h
Licencias software	49			
Hosting	1,400		Hardware	1,500 €
			Amortización	8 Años
Total	18,403 €		Meses desarrollo	7 Meses
			Coste electricidad	90 €/Mes
			Coste internet	40 €/Mes
			Alquiler oficina	350 €/Mes
			Unity	0 €/Mes
			Visual Studio Code	0 €/Mes
			MS Office	7 €/Mes
			Servidor	200 €/Mes

Tabla 1: Costes del TFG. Fuente: Elaboración propia.

Metodología

Scrum

El desarrollo de la aplicación se ha realizado utilizando la metodología Scrum, que consiste en una estructura de desarrollo iterativa.

El desarrollo ha consistido en sprints bisemanales, en los cuales:

- Se planifica el sprint y sus objetivos.
- Se trabaja en el proyecto.
- Se realizan reuniones de control.
- Se revisa el resultado del sprint.
- Se actualiza la lista de tareas a finalizar.

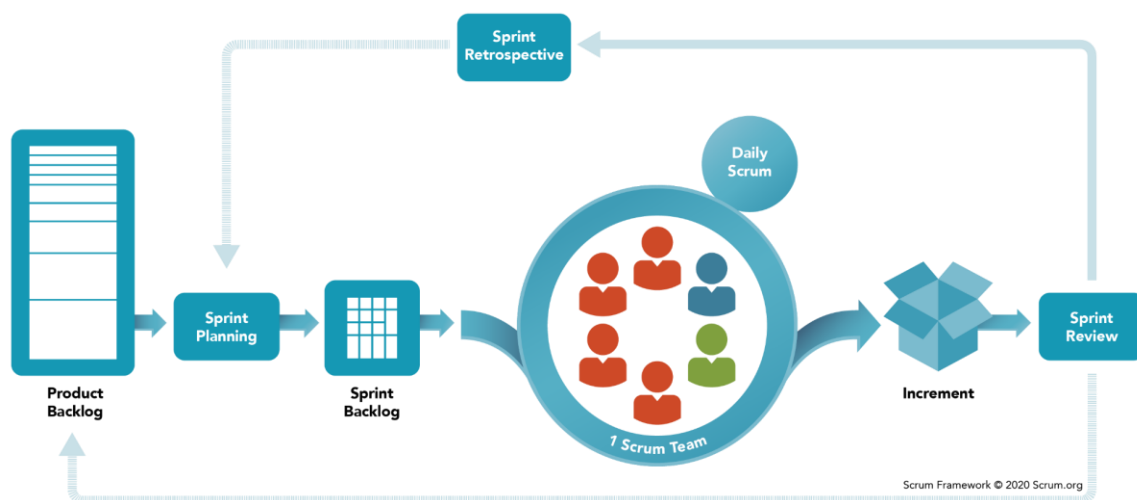


Figura 5: Diagrama de desarrollo Scrum. Fuente: [16].

Simultáneamente, se realiza un registro de todo el proceso en la memoria del proyecto con el fin de tener constancia y detalles precisos de todo el desarrollo.

Finalmente se depura el proyecto y su memoria, para cerciorarse de que toda decisión ha quedado documentada y la implementación de la aplicación es correcta.

Desarrollo

Siguiendo la metodología Scrum, el desarrollo del trabajo se ha realizado siguiendo sprints bisemanales.

Sprint 1

Búsqueda de información, definición de requerimientos, diseño de la base de datos y repartición de tareas.

Se determina que este trabajo se ha de enfocar en el ámbito de conocimientos de la enfermedad, definido en el marco teórico.

Una vez establecidas las funcionalidades a implementar se realiza un primer diseño de la base de datos, indicando las diferentes tablas y sus relaciones.

Pese a que la planificación no incluye la implementación de todas las funcionalidades posibles de la aplicación, el diseño de la base de datos se realiza teniendo en cuenta el futuro de la aplicación, considerando así todas las funcionalidades y sus necesidades.

Esta filosofía de desarrollo se extiende al resto de diseños de la aplicación, teniendo siempre en cuenta la escalabilidad y magnitud final de la aplicación.

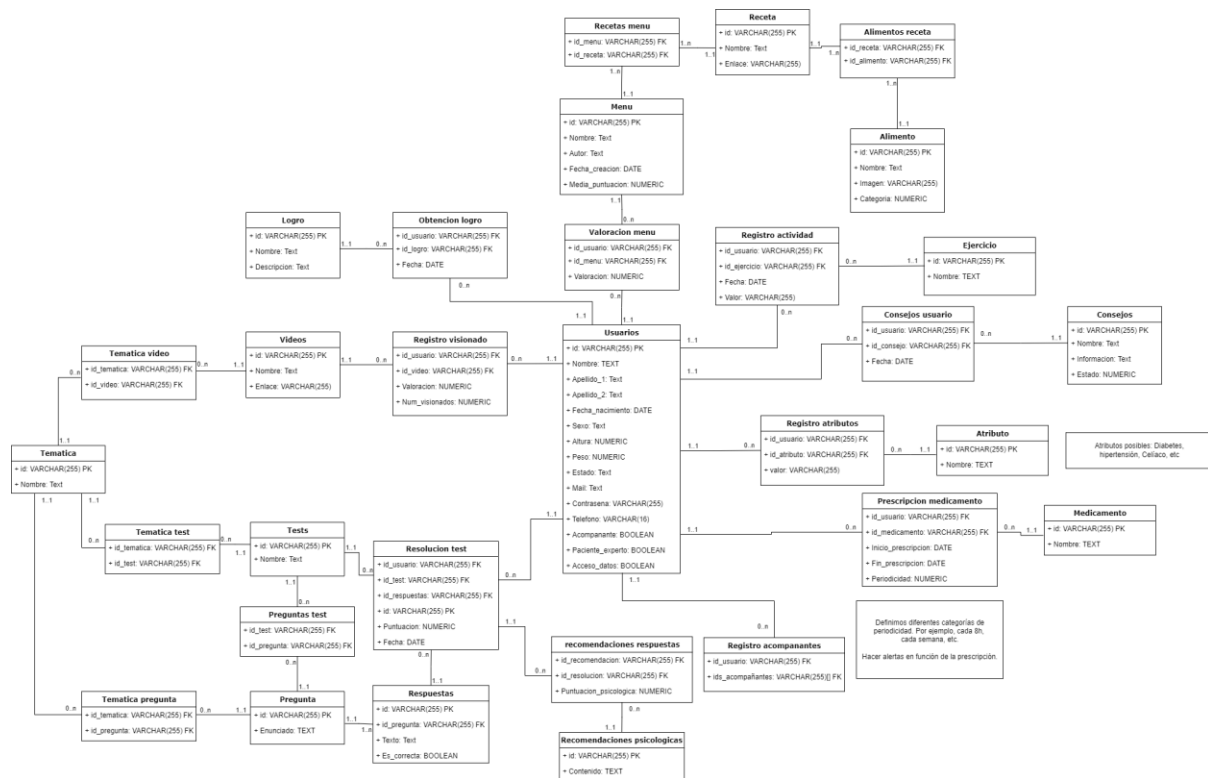


Figura 6: Primer esquema de base de datos. Fuente: Elaboración propia.

Sprint 2

Creación del repositorio, y establecimiento de conexión entre backend y frontend junto con una primera base de datos.

A la hora de construir el backend se han consultado varias fuentes como inspiración [17], utilizándolas de guía para luego construir una solución propia y adaptada a las especificaciones del proyecto.

Se crea un backend basado en Node.js, tecnología elegida debido a su capacidad de soportar un gran número de conexiones simultáneas.

Se crea un frontend básico en Unity, tecnología elegida debido a su capacidad de exportar a todo tipo de plataformas, tanto móviles como de escritorio.

Se realiza una conexión entre el backend y el frontend mediante web forms, realizando peticiones “post” al backend.

Se conecta el backend con una primera base de datos, permitiendo así crear y acceder a datos desde el frontend. Se determina buscar información para decidir en el siguiente sprint si la base de datos final ha de ser relacional o no relacional.

Se implementa encriptación utilizando Argon2, un algoritmo de encriptación basado en hashing ámpliamente usado en la industria.

Sprint 3

Definición de la base de datos final y ampliación del backend para incluir la lógica de los logros.

Tras una búsqueda de información, se determina que la base de datos a utilizar ha de ser no relacional, debido a su escalabilidad y su adecuación a las consultas que se pretenden realizar en la aplicación.

Se implementa el diseño de la base de datos en MongoDB, y se realiza su conexión con el backend.

Se acaba de redactar y maquetar el anteproyecto.

Oauth2 ha sido considerado poco adecuado para el sistema de registro debido a la naturaleza sensible de los datos necesarios para registrar a un paciente, los cuales nunca se guardan en memoria de la aplicación para proteger su confidencialidad.

Sprint 4

Actualización al sistema de registro en backend y frontend para incluir todos los campos necesarios, actualización de la base de datos para soportar múltiples lenguajes y rediseño del frontend.

Actualización del diseño de la base de datos y del frontend para soportar multilinguaje.

Se han concretado las funcionalidades de la aplicación en un contexto offline, así como rediseñar la frecuencia con la que el frontend realiza peticiones al backend para disminuir la carga computacional.

Se ha realizado una propuesta de un rediseño de la distribución visual de la aplicación, la cual ha sido bien recibida y se planea su implementación para el siguiente sprint.



Figura 7: Bocetos de interfaz. Fuente: Elaboración propia.

Se realiza un rediseño de la gamificación de la aplicación, migrando de una estructura basada en puntos y tablas de puntuaciones a un sistema de recompensas cosméticas que generan mayor implicación emocional por parte de los usuarios.

Se realiza una acotación de la extensión del apartado común del trabajo de fin de grado, permitiendo así a los alumnos centrarse en sus partes específicas lo antes posible.

Sprint 5

Reforma del frontend para aumentar la usabilidad y la calidad gráfica de la aplicación, primeras especificaciones de hosting.

Se contemplan las diferentes opciones de hosting, y se acuerda buscar información para su implementación en el siguiente sprint.

Se realiza un rediseño gráfico de la aplicación en base a los esquemas definidos en sprints anteriores, diseñando botones, sliders y demás elementos de la UI. Se implementan animaciones, transiciones y otros efectos visuales.

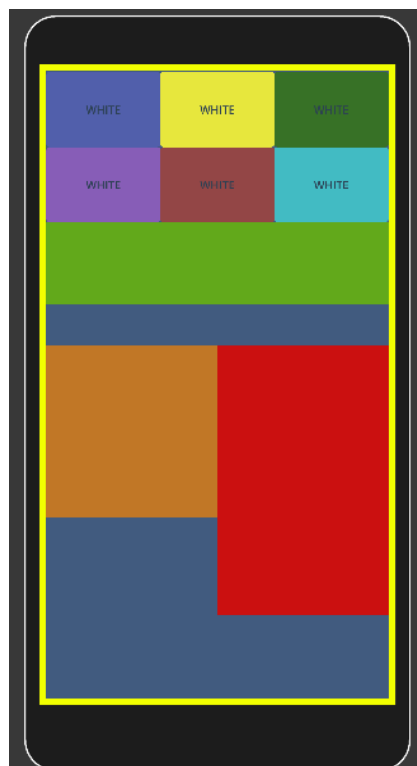


Figura 8: Distribución de elementos en la aplicación. Fuente: Elaboración propia.

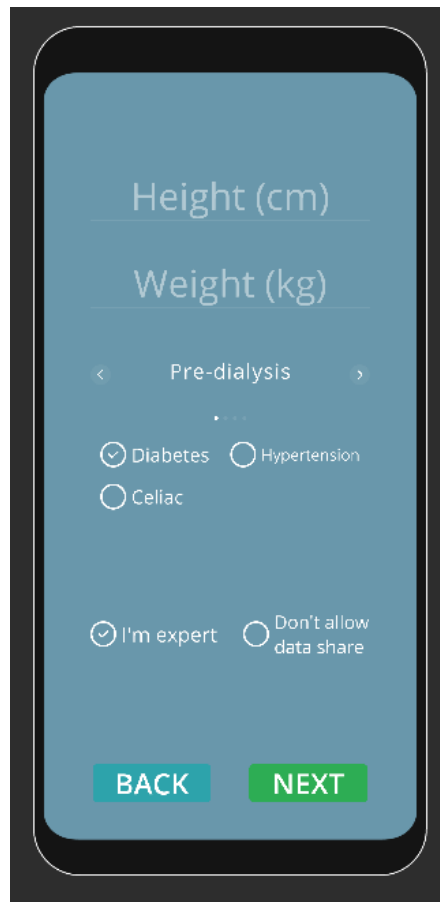


Figura 9: Interfaz de registro. Fuente: Elaboración propia.

Sprint 6

Creación de JSON interno y sistema de autologin.

Para reducir las peticiones que realiza la aplicación, y para conservar datos internamente de consulta frecuente, se crea un JSON que almacena:

- UserID
- UserName
- Logros completados
- Vídeos vistos
- Cuestionarios realizados
- Menús creados

Todos estos datos se consultan con alta frecuencia en diversas funcionalidades de la aplicación, de modo que obtenerlos todos con una petición al iniciar sesión y/o crear una cuenta nueva reduce significativamente el número de llamadas al backend.

Adicionalmente, ninguno de estos datos es crítico si queda expuesto, por lo que no es un problema desde un punto de vista de seguridad ni privacidad que se almacenen internamente.

Se implementa un sistema de inicio de sesión automático, de forma que la aplicación recuerde quién inició sesión la última vez y acceda a esa cuenta automáticamente, sin necesidad de introducir las credenciales. Este sistema busca aumentar la usabilidad de la aplicación, especialmente para personas mayores y/o con poca experiencia en el uso de aplicaciones móviles.

Sprint 7

Hosting de la aplicación y mejora del sistema de autologin mediante Api Keys.

Se aloja la aplicación en un servidor de Azure. Para garantizar el funcionamiento correcto del backend se utiliza Docker.

Tras la implementación del sistema de inicio de sesión automático, se realizan mejoras al mismo con los objetivos de:

- Aumentar la seguridad.
- Permitir iniciar sesión automáticamente a la misma cuenta desde varios dispositivos.
- Definir un tiempo límite durante el que se permite el inicio de sesión automático.

Para cumplir todos estos objetivos se utilizan Api Keys. Consisten en un identificador único con una caducidad definida, y que pueden usarse como contraseña siempre y cuando sean vigentes.

Su funcionamiento a la hora de iniciar sesión es el siguiente:

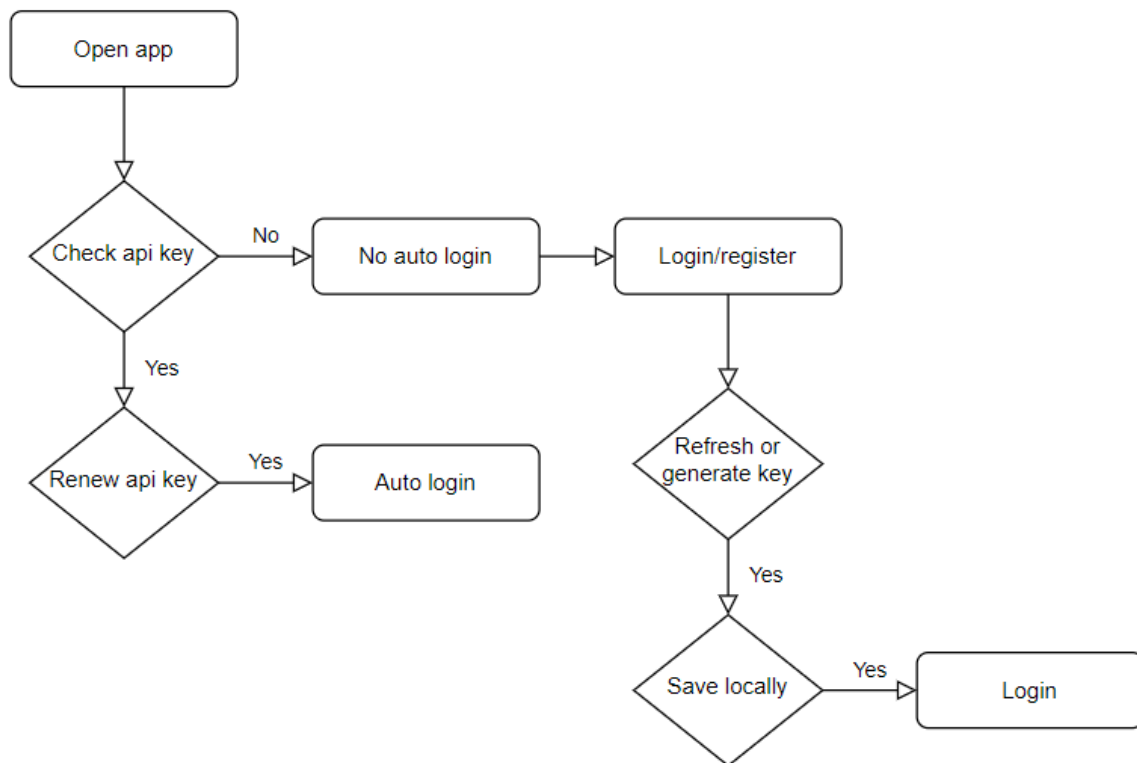


Figura 10: Diagrama de flujo de inicio de sesión. Fuente: Elaboración propia.

Utilizando el JSON almacenado internamente creado en sprints anteriores, la Api Key se guarda en el dispositivo, se registra en base de datos, y por defecto caduca en 30 días.

Sprint 8

Implementación del sistema de vídeos.

Hasta la fecha el desarrollo del proyecto ha consistido en la “parte común” entre los dos alumnos cursando el proyecto, tratándose de toda una serie de sistemas y elementos de la aplicación que por su naturaleza han de ser diseñados conjuntamente para garantizar la compatibilidad y correcto funcionamiento de la aplicación.

El desarrollo del apartado común puede potencialmente extenderse hasta el infinito, ya que tanto la arquitectura cliente-servidor en la que se basa como algunas de las funcionalidades específicas con las que cuenta (registro e inicio de sesión, entre otros) tienen una complejidad elevada como para justificar constantemente su desarrollo y mejora. El estado de este

apartado se ha considerado suficientemente avanzado como para justificar continuar a las siguientes funcionalidades.

El sistema desarrollado durante este sprint es el reproductor de vídeos. Consiste en una pantalla en la que se muestran todas las categorías de vídeos existentes en la base de datos y, al seleccionar una, se muestra una lista con todos los vídeos asociados a dicha categoría. Si se selecciona un vídeo de la lista, comienza su reproducción, cargando el vídeo a partir de su enlace almacenado en la base de datos.

Igual que el resto de sistemas, se ha planteado desde un inicio su implementación con escalabilidad y con soporte multi idioma, haciendo que añadir vídeos y/o categorías nuevas sea tan sencillo como añadir una entrada nueva en la base de datos. Adicionalmente, a la hora de mostrar dichos vídeos y categorías en frontend, se puede filtrar fácilmente su idioma.

KidneyAppDatabase.categories

STORAGE SIZE: 36KB TOTAL DOCUMENTS: 4 INDEXES TOTAL SIZE: 36KB

Find Indexes Schema Anti-Patterns 0 Aggregation Search Indexes ●

FILTER { field: 'value' } OPTIONS

```

_id: ObjectId("6283b56d7634e8910a7bd874")
name: "Tratamiento médico"
displayName: Object
  en: "Medical Treatment"
  es: "Tratamiento de la enfermedad"
description: Object
  en: "Information related to the medical procedures needed to treat the illn..."
  es: "Información relacionada con el tratamiento médico necesario para el pa..."
_v: 0

```

KidneyAppDatabase.videos

STORAGE SIZE: 36KB TOTAL DOCUMENTS: 1 INDEXES TOTAL SIZE: 36KB

Find Indexes Schema Anti-Patterns 0 Aggregation Search Indexes ●

FILTER { field: 'value' } OPTIONS

QUERY RESULTS: 1-1 OF 1

```

_id: ObjectId("62683eb5b4e8c78728642c30")
categoryId: "6283b56d7634e8910a7bd874"
name: "Síntomas de la enfermedad renal crónica"
url: "https://cdn.discordapp.com/attachments/909819237286150185/981571357747..."
language: "es"
description: "Vídeo informativo que muestra los principales síntomas de la enfermeda..."

```

Figura 11: Ejemplo de categorías y vídeos en base de datos. Fuente: Elaboración propia.

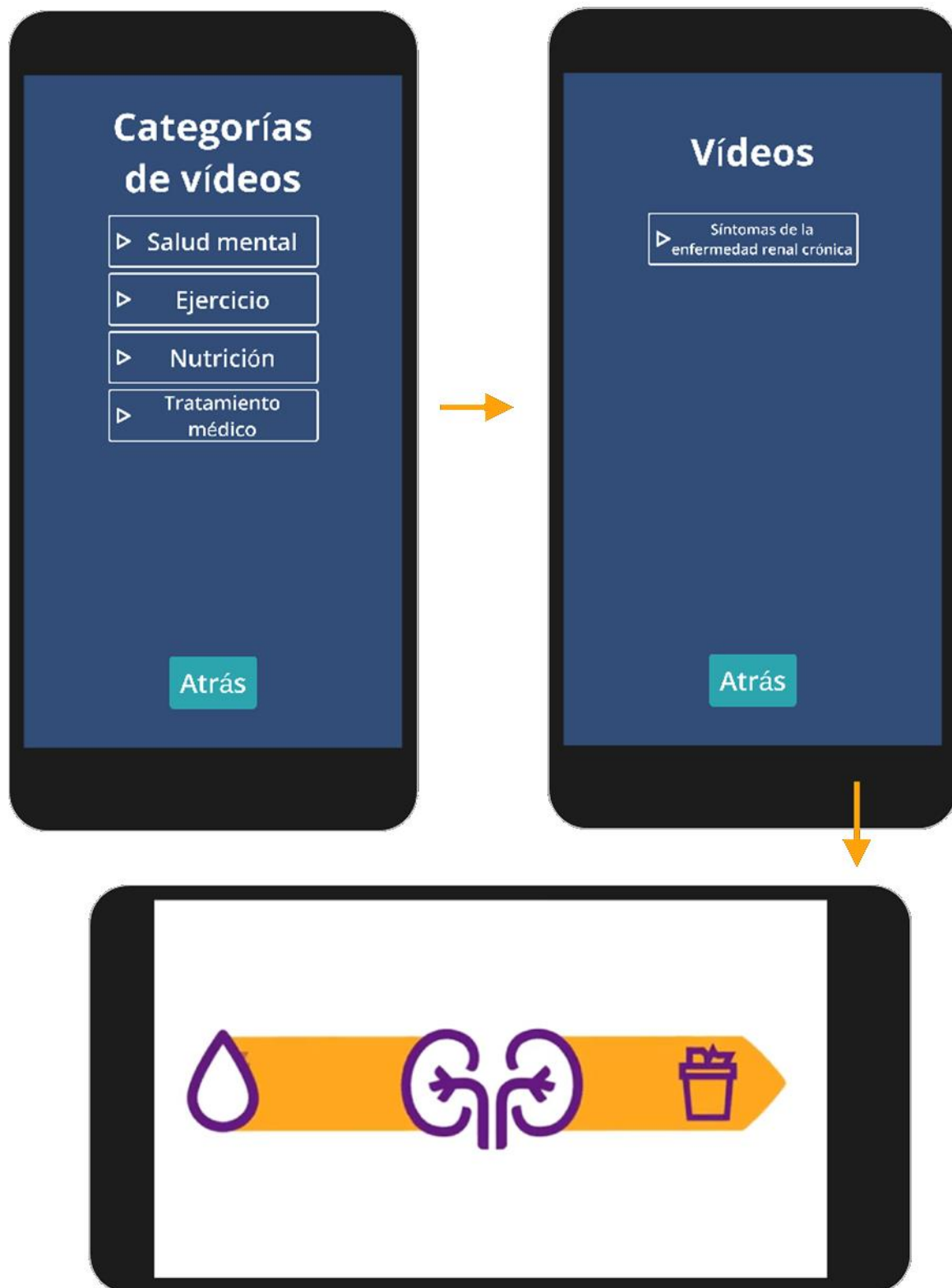


Figura 12: Interfaz del sistema de vídeos. Fuente: Elaboración propia.

Sprint 9

Implementación del sistema de cuestionarios.

Utilizando un diseño de interfaz similar al del sistema de vídeos, se ha implementado un sistema de cuestionarios en el que se puede elegir una categoría, un cuestionario relacionado con dicha categoría, y finalmente responder al cuestionario avanzando y retrocediendo por cada pregunta.

Una vez terminado el cuestionario se registra en la base de datos el intento, así como la puntuación obtenida. La puntuación se calcula utilizando un sistema de gamificación en el que los usuarios pueden obtener de una a tres estrellas. Los criterios para obtener estrellas son los siguientes:

- Una estrella: Contestar el cuestionario.
- Dos estrellas: Responder correctamente al menos la mitad de preguntas.
- Tres estrellas: Responder correctamente a todas las preguntas.

Este sistema busca incentivar a los usuarios a probar todos los cuestionarios, ya que en el peor de los casos siguen recibiendo una recompensa y hay sensación de progreso. Una vez respondido un cuestionario, el sistema recompensa responder correctamente, otorgando solo la máxima puntuación a los usuarios que no cometan ningún error.

Debido a que hay intentos ilimitados, los usuarios pueden repetir los cuestionarios para mejorar sus puntuaciones y aprender en el proceso.

Desde un punto de vista de estructura, los cuestionarios están asociados a una categoría y las preguntas están asociadas a un cuestionario, permitiendo así seleccionar todas las preguntas de una categoría entera, o de múltiples cuestionarios fácilmente. Además, tanto cuestionarios como preguntas tienen un campo de idioma, permitiendo seleccionar solo las que coincidan con el idioma seleccionado en la aplicación.

Generar y modificar cuestionarios consiste en añadir o modificar tablas en la base de datos, permitiendo así un mantenimiento sencillo, y la capacidad de importar grandes cantidades de

cuestionarios en una única petición mandando un JSON a la base de datos con el formato adecuado.



Figura 13: Interfaces del sistema de cuestionarios. Fuente: Elaboración propia.

Sprint 10

Implementación del sistema de consejos diarios y mejora del menú principal de la aplicación.

El último sistema del apartado de conocimientos de la enfermedad consiste en el sistema de consejos diarios. Se trata de frases cortas seleccionadas aleatoriamente que se muestran en el menú principal de la aplicación, y sirven como recordatorio y consejo para los pacientes.

Para aumentar su adecuación al diseño de la aplicación y contextualizarlas, visualmente se muestran como un bocadillo de cómic dicho por la mascota de la aplicación, Riñolito.

Igual que el resto de sistemas, cada entrada de consejo diario de la base de datos tiene su campo de idioma, permitiendo seleccionarlas adecuadamente a partir del idioma elegido en la aplicación.



Figura 14: Menú principal con consejo diario. Fuente: Elaboración propia.

Sprint 11

Mejora del sistema de videos y de cuestionarios.

A lo largo de los anteriores sprints se detectaron una serie de errores en los sistemas de vídeos y cuestionarios, así como aspectos de mejora. En este sprint se implementan.

Se corrige un problema a la hora de cargar videos en base a sus categorías, y se implementan controles de reproducción del vídeo, que permiten pausarlo y reanudarlo, controlar su volumen y volver a la pantalla de selección de videos.



Figura 15: Controles de reproducción del vídeo. Fuente: Elaboración propia.

Pese a estar situado en la esquina inferior derecha, el botón de pausa y reanudar vídeo puede ser accionado pulsando en cualquier punto de la pantalla que no corresponda a otro botón, haciendo su uso más cómodo.

Se añade una pantalla final al sistema de cuestionarios, que muestra la puntuación obtenida al usuario.

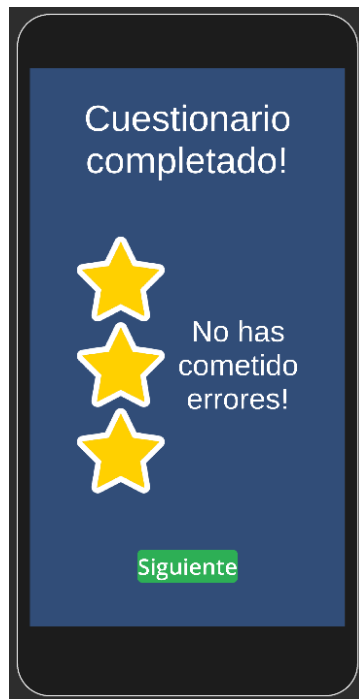


Figura 16: Pantalla de fin de cuestionario. Fuente: Elaboración propia.

Sprint 12

Implementación de logros y recompensas cosméticas.

Pese a que algunas funcionalidades cuentan con sus propios elementos de gamificación (sistema de puntos en los cuestionarios) hay diseñado un sistema que engloba todas las funcionalidades para gamificar su uso y aumentar su interés: el sistema de logros y cosméticos.

Consiste en un sistema de recompensas en base a retos dentro de la aplicación (por ejemplo, responder a tres cuestionarios), los cuales al ser completados aportan recompensas cosméticas al jugador con las que personalizar a la mascota de la aplicación.

KidneyAppDatabase.achievements

STORAGE SIZE: 36KB TOTAL DOCUMENTS: 1 INDEXES TOTAL SIZE: 36KB

Find

Indexes

Schema Anti-Patterns 0

Aggregation

Search Indexes ●

FILTER { field: 'value' }

QUERY RESULTS: 1-1 OF 1

```
_id: ObjectId("629b7f8fc209572f8d8d6691")
name: "menuCreate_1"
targetProgress: 3
▼ displayName: Object
  es: "Creador de Menús I"
  en: "Menu Creator I"
▼ description: Object
  es: "Has creado 1 menú"
  en: "You've created 1 menu"
```

KidneyAppDatabase.userachievements

STORAGE SIZE: 36KB TOTAL DOCUMENTS: 1 INDEXES TOTAL SIZE: 36KB

Find

Indexes

Schema Anti-Patterns 0

Aggregation

Search Indexes ●

FILTER { field: 'value' }

QUERY RESULTS: 1-1 OF 1

```
_id: ObjectId("629b935a03db18825fbad3d9")
userId: "622e268f1b5e95a57b199b66"
achievementId: "629b7f8fc209572f8d8d6691"
progress: 3
completed: true
date: 2022-06-04T17:21:35.400+00:00
__v: 0
```

Figura 17: Registro de logros en base de datos. Fuente: Elaboración propia.

Los logros se definen en base de datos y, cuando un usuario realiza acciones relacionadas con el mismo, se aumenta su progreso. Cuando el progreso llega al progreso objetivo, el logro se registra como completado (en el ejemplo anterior, crear tres menús).

Dentro de la aplicación, la obtención de estos logros recompensa con cosméticos. Consisten en sombreros, accesorios faciales y corporales los cuales se pueden combinar al gusto del usuario una vez desbloqueados.



Figura 18: Recompensas cosméticas y sus sistemas. Fuente: Elaboración propia.

Para demostrar el funcionamiento del sistema, se han implementado cuatro conjuntos cosméticos, cada uno de ellos relacionados con un sistema de la aplicación. Desbloquear un conjunto cosmético da acceso a las tres piezas que lo conforman, y el usuario puede combinarlas a voluntad.

Los cosméticos han sido generados a partir de ilustraciones proporcionadas por el tutor, Carles Bonet. A partir de la imagen del riñón, se han realizado fotomontajes para crear conceptos de conjuntos cosméticos, los cuales tienen como objetivo demostrar el correcto funcionamiento del sistema y no pretenden substituir el trabajo profesional de diseño gráfico necesario para el lanzamiento al mercado de la aplicación.

En la pantalla de selección de cosméticos, el usuario puede elegir su conjunto y se le muestra los cosméticos bloqueados, desbloqueados y cómo conseguirlos.



Figura 19: Pantalla de selección de cosméticos. Fuente: Elaboración propia.

Sprint 13

Depuración del producto final y corrección de errores.

En el último sprint se realizan las últimas preparaciones para la entrega del producto. Se corrigen errores y se sube al servidor la versión final del backend utilizando Docker.

Pese a que a lo largo del desarrollo ya se han realizado comprobaciones del funcionamiento de las diferentes funcionalidades, durante este sprint se repiten muchas de estas pruebas, para garantizar que tanto los aspectos específicos de la aplicación como su conjunto tienen el funcionamiento deseado.

Se mejora la pantalla final del sistema de cuestionarios, indicando el número de aciertos totales respecto al número de preguntas.

Se crea una guía de mantenimiento y desarrollo de la aplicación, donde se detalla cómo interactúa la base de datos con los diferentes sistemas de la aplicación, cómo descargar y ejecutar la aplicación en local y también se detallan guías y consejos para continuar el desarrollo de la aplicación. Este documento se incluye en los anexos.

Análisis de resultados

De las funcionalidades planteadas a desarrollar al principio del proyecto, se han implementado todas, tanto las consideradas esenciales (herramienta de reproducción de vídeos y gamificación) como las consideradas opcionales (sistema de cuestionarios y consejos diarios).

Esta distinción entre las funcionalidades se plantea en un principio en base al tiempo de desarrollo limitado, con el objetivo de enfocar el desarrollo y plantear un orden de prioridades.

Los resultados de las funcionalidades planteadas son los siguientes:

- El sistema de vídeos permite seleccionar vídeos en función de sus categorías, y reproducirlos correctamente en la aplicación. Adicionalmente, cuenta con controles de reproducción que permiten ajustar el volumen y pausar el vídeo a voluntad del usuario.
- El sistema de cuestionarios permite seleccionar cuestionarios en función de sus categorías, responderlos avanzando y retrocediendo por sus diferentes preguntas a voluntad del usuario, y finalmente registra y muestra la puntuación obtenida.
- El sistema de consejos diarios muestra consejos a los usuarios al acceder a la aplicación, los cuales son obtenidos aleatoriamente para que no se muestre siempre el mismo.
- El sistema de gamificación registra los retos obtenidos en las diferentes funcionalidades, y recompensa con cosméticos a los usuarios que los logran. Dichos cosméticos quedan registrados y pueden equiparse a voluntad del usuario.

Los tres sistemas son fácilmente escalables, añadiendo vídeos, cuestionarios o consejos a la base de datos. Adicionalmente, cuentan con soporte multi idioma, adecuándose a la lengua del usuario.

Así pues, el trabajo final incluye todas las funcionalidades planteadas, por lo que los resultados obtenidos son satisfactorios.

En cuanto al estado en el que dichas funcionalidades han sido implementadas, no se han detectado errores graves que impidan su funcionamiento, y la usabilidad de las mismas es elevada.

Conclusiones

A partir de la premisa original del proyecto, la creación de una aplicación médica gamificada para pacientes de insuficiencia renal, se ha llegado a un producto usable y funcional, el cual se puede utilizar en múltiples dispositivos y plataformas.

De todas las funcionalidades y aspectos planteados, se han implementado los enfocados al conocimiento de la enfermedad y educación del paciente, planteados desde un marco de gamificación para incrementar su interés e implicación emocional por el usuario.

Pese a que estas metas se han cumplido, la aplicación no cuenta con todas las funcionalidades definidas en el proceso de co-creación debido a que el tiempo de desarrollo durante un trabajo de fin de grado es limitado. De esta manera, se han acotado funcionalidades a implementar y se ha logrado su desarrollo.

Analizando la efectividad de las funcionalidades implementadas, se cumple el objetivo de proporcionar información en tiempo real al paciente, y se adecúa a sus necesidades tanto por las diferentes categorías de cuestionarios y vídeos, como por la capacidad que tiene el usuario de seleccionar la información que busca consultar. Adicionalmente, el usuario recibe recompensas cosméticas por sus acciones, incitando a prolongar el uso de la aplicación y aumentando la satisfacción de usarla.

Con esto dicho, las funcionalidades implementadas en la aplicación la convierten en una guía a consultar de vez en cuando, no un software que ayude diariamente al paciente con todos los aspectos (tanto físicos como psicológicos) de su enfermedad.

Por ende, el valor de la aplicación crece exponencialmente contra más funcionalidades tenga, haciendo que su totalidad sea mucho más valiosa que la suma del valor individual de cada herramienta de la que disponga. Adicionalmente, el interés y peso de la gamificación también aumenta con el volumen de funcionalidades, permitiendo interconectar logros con diferentes aspectos de la aplicación.

Posibles ampliaciones

En el marco teórico se definen cuatro ámbitos en los que fundamentar la aplicación:

- Conocimiento de la enfermedad.
- Control alimentario.
- Gestión emocional y salud mental.
- Gestión del estado físico de los pacientes

Este trabajo ha desarrollado el primero, conocimiento de la enfermedad, y el ámbito de control alimentario ha sido desarrollado en paralelo por otro alumno cursando el mismo trabajo de fin de grado.

El resto quedan pendientes para su desarrollo en un futuro, y cuentan con una base sólida a partir de la cual implementar sus funcionalidades. La base de datos, el backend y el frontend desarrollados en este trabajo han sido diseñados con escalabilidad en mente, y pueden adaptarse fácilmente a nuevas funcionalidades.

Adicionalmente, hay una serie de ámbitos ajenos al tratamiento médico que también merecen seguir siendo desarrollados. Concretamente se trata de usabilidad, diseño gráfico y optimización, ámbitos que engloban todos los aspectos de cualquier aplicación y que han de ser mejorados constantemente.

Por último, un aspecto no desarrollado en este trabajo pero que mejora significativamente la calidad del producto final es un diseño sonoro completo de la aplicación. Como cualquier otro producto audiovisual, el sonido es un porcentaje muy significativo de la experiencia, y en la versión actual de la aplicación no hay ningún tipo de feedback sonoro al pulsar botones y recorrer los menús.

Bibliografía

- [1] A. Otero, A. de Francisco, P. Gayoso y F. García, «Prevalence of chronic renal disease in Spain: results of the EPIRCE study,» *Nefrología*, vol. 30, nº 1, pp. 78-86, 2009.
- [2] F. D. Cáceres y L. C. Orozco, «Indecencia y Factores Asociados Al Abandono del Tratamiento Antituberculoso,» *Miomédica*, vol. 27, nº 4, pp. 172 - 180, 2007.
- [3] D. R. Culqui, C. V. Munayco, C. G. Grijalva, J. A. Cayla, O. Horna-Campos, K. Alva y L. A. Suarez, «Factors associated with the non-completion of conventional anti-tuberculosis treatment in Peru,» *Archivos de Bronconeumología (English Edition)*, vol. 48, nº 5, pp. 150-155, May 2012.
- [4] C. T. Zamudio, «Insuficiencia Renal Crónica,» *Revista Médica Herediana*, vol. 14, nº 1, p. 1, 2013.
- [5] C. D. Rodríguez, “Guía de Formación de especialistas en Nefrología,” Bienvenida | Sociedad Española de Nefrología, 15-Sep-2008. [Online]. Available: <https://www.senefro.org/modules.php?name=webstructure&idwebstructure=21#:~:text=DEFINICIÓN%20DE%20LA%20ESPECIALIDAD%20Y,en%20condiciones%20normales%20y%20patológicas>. [Accessed: 08-Jun-2022].
- [6] C. Bonet, «¿Puede un 'serious game' influir positivamente en pacientes con insuficiencia renal crónica?,» *COMeIN*, nº 112, 2021.
- [7] C. B. Gonçalves, «Educational technology for patient with chronic renal disease: Integrative review,» *Revista de Enfermagem da UFPI*, vol. 7, nº 2, 2018.
- [8] S. Stieglitz, C. Lattemann, S. Robra-Bissantz, R. Zarnekow y T. Brockmann, «Gamification,» *Progress in IS*, vol. 1, 2017.
- [9] I. Álvarez de Toledo, «App Nefrodiet,» *FUNDACIÓN RENAL ÍÑIGO ÁLVAREZ DE TOLEDO*, 15-Mar-2022. [Online]. Available: <https://fundacionrenal.com/contenido/nefrodiet/>. [Accessed: 04-Apr-2022].
- [10] Pukono, «Sociedad Española de Nefrología, 2022. [Online]. Available: <https://senefro.org/modules.php?name=apps&op=detalle&id=17>. [Accessed: 04-Apr-2022].».

- [11] G. Mediforum, “Aplicación Renalhelp,” Consalud, 11-Mar-2015. [Online]. Available: https://www.consalud.es/app-saludable/renalhelp_16683_102.html. [Accessed: 10-Jun-2022]..
- [12] G. Mediforum, “Aplicación Diálisis 24h,” Consalud, 19-Jan-2016. [Online]. https://www.consalud.es/app-saludable/dialisis-24h_23799_102.html#:~:text=Diálisis%2024h%20es%20una%20aplicación,proporcio nando%20los%20datos%20personales%20mínimos. [Accessed: 10-Jun-2022]..
- [13] C. Dottie, Guía del mercado laboral 2022, Hays.es, 2022. [Online]. Available: <https://www.hays.es/documents/63345/29167077/ESGuiaHaysdelMercadoLaboral2022.pdf/>. [Accessed: 30-Jan-2022]..
- [14] Unity, “System requirements for unity 2020 LTS2020,” Unity3d.com, 29-Jan-2022. [Online]. Available: <https://docs.unity3d.com/Manual/system-requirements.html>. [Accessed: 02-Feb-2022]..
- [15] Agencia Tributaria, “Tabla de amortizaciones por coeficientes de amortización lineal,” agenciatributaria.gob.es, 10-Dec-2021. [Online]. Available: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2004/BOE-A-2004-14600-consolidado.pdf> [Accessed: 02-Feb-2022]..
- [16] What is Scrum? Scrum.org, 2022. [Online]. Available: <https://www.scrum.org/resources/what-is-scrum>. [Accessed: 03-Feb-2022]-.
- [17] Epitome, “Build a working login page with unity, node.js and Mongo - backend 1/3,” YouTube, 15-Jul-2021. [Online]. Available: <https://youtu.be/WNtZOJkeFJY>. [Accessed: 12-Jun-2022]..
- [18] M. C. Gasca Mantilla, L. L. Camargo Ariza y B. Medina Delgado, «Metodología para el Desarrollo de Aplicaciones Móviles,» *Revista Tecnura*, vol. 18, nº 40, pp. 20-35, 2014.
- [19] R. Kuehr, G. T. Velasquez y E. Williams, *Computers and the environment—an introduction to understanding and managing their impacts*, 2003.
- [20] «Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales,» *BOE*, nº 294, 2018.

Fundació TecnoCampus
Mataró-Maresme
Avinguda d'Ernest Lluch, 32
08302 Mataró (Barcelona)
Tel. 93 169 65 01
www.tecnocampus.cat

-  [tecnocampus](https://www.facebook.com/tecnocampus)
-  [@tecnocampus](https://twitter.com/tecnocampus)
-  [@viueltecnocampus](https://www.instagram.com/viueltecnocampus)
-  [TecnoCampus Mataró](https://www.youtube.com/TecnoCampus Mataró)

 **TecnoCampus**

Centres universitaris adscrits a la

 **Universitat
Pompeu Fabra
Barcelona**