Universitat Autònoma de Barcelona

Dipòsit digital de documents de la UAB

This is the **published version** of the bachelor thesis:

Faura Moreno, Guillermo; Valveny Llobet, Ernest, dir. Aplicació pel seguiment del procés de rehabilitació de pacients amb malalties neuromusculars. 2022. (958 Enginyeria Informàtica)

This version is available at https://ddd.uab.cat/record/264181

under the terms of the BY-NC-ND license

Aplicació pel seguiment del procés de rehabilitació de pacients amb malalties neuromusculars
Informe final TFG

Faura Moreno, Guillermo, 1529258

Resum

Aquest treball consisteix en el desenvolupament i posada en marxa d'una aplicació mòbil que ajuda a l'equip de Teràpia Ocupacional de l'Hospital de Sant Pau, en la planificació, control i seguiment de les activitats de rehabilitació de pacients amb malalties neuromusculars degeneratives. D'una banda, el sistema creat té un espai exclusivament pels terapeutes perquè aquests puguin assignar activitats (vídeos) als seus pacients, veure les activitats que han realitzat i comunicar-se amb ells via xat (per un control més personalitzat del procés de rehabilitació). De l'altra, l'aplicació ofereix un entorn diferent pels pacients, on aquests poden veure les categories d'activitats disponibles i els vídeos que tenen assignats en cadascuna. Aleshores, poden visualitzar les activitats amb el reproductor de vídeo que s'ha implementat. A més, poden rebre retroalimentació per mitjà de la funcionalitat de xat i veure la informació de contacte en l'apartat de perfil. L'aplicació que s'ha creat seguint la metodologia de desenvolupament àgil Kanban, que permet dividir el treball en tasques, proporciona una millor versatilitat i dona més transparència del que s'està fent. A més, s'ha implementat mitjançant l'arquitectura MVC (Model Vista Controlador), amb la qual cosa es pot reaprofitar el codi i permet una gran escalabilitat, per si en un futur es volen afegir noves funcionalitats.

Paraules clau: Aplicació, activitats, back end, BD, Firebase, front end, neuromuscular, pacient, terapeuta.

Abstract

This work consists of developing and implementing a mobile application that assists the Occupational Therapy Team of the Hospital of Saint Paul, in the planning, control and monitoring of rehabilitation activities for patients with degenerative neuromuscular diseases. On the one hand, the created system has space exclusively for therapists so that they can assign activities (vicdeos) to their patients, see the activities they have performed and communicate with them via chat (for more personal control of the rehabilitation process). On the other hand, the application offers a different environment for patients, where patients can see the categories of activities available and the videos assigned to them. They can then view the activities with the video player that has been implemented. In addition, they can receive feedback via chat functionality and view contact information in the profile paragraph. The application that has been created by following the agile Kanban development methodology, which allows for the division of work into tasks, provides better versatility and gives more transparency than is being done. In addition, it has been implemented using the MVC (Model Vista Controller) architecture, allowing for large scalability, in case new features are added in the future.

Keywords: App, activities, back end, BD, Firebase, front end, neuromuscular, patient, therapist.

Sigles i acrònims

- **App**: Application, en catlà, aplicació.
- **BD**: Base de Dades.
- **HTML**: Hyper Text Markup Language, en català, Llenguatge de Marcat d'Hipertext.
- **NHC**: Número d'Història Clínica.
- **MVC**: Model Vista Controlador.
- **SQL**: Structured Query Language, en català, Llenguatge de Consulta Estructurada.
- **SW**: Software.

1 Introducció

Segons la definició de l'Organització Mundial de la Salut (OMS) [1], la Teràpia Ocupacional (T.O) és "el conjunt de tècniques, mètodes i actuacions que, a través d'activitats aplicades amb finalitats terapèutiques, prevé i manté la salut, afavoreix la restauració de la funció, supleix el dèficit invalidants i valora els supòsits comportamentals i la seva significació profunda per a aconseguir la major independència i reinserció possible de l'individu en tots els seus aspectes: laboral, mental, físic i social".

A l'Hospital de Sant Pau [2], actualment s'utilitza la teràpia ocupacional per a millorar la recuperació dels pacients que han sofert malalties neuromusculars. La manera com treballen és la següent. Després de cada sessió, envien un llistat d'activitats (format vídeos de YouTube) als pacients. Llavors, els pacients acompleixen les activitats, i el dia de la propera cita, donen el feedback al seu terapeuta.

S'han notat diferents inconvenients amb aquesta manera de funcionar: Hi ha pacients que no troben o no saben reproduir els vídeos, s'obliden del llistat d'activitats que han de resoldre per la següent sessió, d'altres no tenen manera de donar retroalimentació al seu terapeuta un cop han dut a terme les activitats. Els pacients no són els únics, els terapeutes, consideren feixuc haver d'anar imprimint fulls amb enllaços de les diferents activitats a fer, i volen una millor comunicació amb el pacient sobre com s'han sentit acomplint les activitats assignades.

Per aquests motius, s'ha desenvolupat i posat en funcionament una aplicació mòbil que ajuda en la planificació, control i seguiment de les activitats de rehabilitació de pacients amb patologia neurològica (sobretot ictus), neurocirurgia (tumors cerebrals i traumatismes cranioencefàlics) i malalties neuromusculars degeneratives. L'aplicació té com a finalitat servir com a eina de seguiment del tractament per millorar la qualitat de vida i recuperar hàbits i competències. L'objectiu principal és facilitar la comunicació entre l'equip de terapeutes i els pacients, ja sigui per indicar pautes d'activitats a fer o recursos disponibles, per fer un seguiment a distància de les necessitats del pacient, o per rebre retorn per part del pacient del grau de seguiment de les activitats proposades.

2 Estat de l'art

Es parteix de dos projectes del curs passat que estàn estretament lligats, ja que són dues aplicacions requerides per l'equip de Teràpia Ocupacional de l'Hospital de Sant Pau.

Una consisteix en una aplicació web i mòbil que ajuda a millorar el procés de rehabilitació d'aquests pacients, permetent que el terapeuta pugui compartir una sèrie de vídeos setmanalment amb els seus pacients, i que aquests els puguin reproduir al seu telèfon, de la manera més senzilla possible [3]. En aquest projecte s'havia desenvolupat una pàgina web de manteniment pels terapeutes amb la que ja es podia fer log in, registrar nous pacients i assignar vídeos als usuaris. També, s'havia assegurat que s'havia implementat l'aplicació mòbil pel procés de rehabilitació dels pacients amb la funcionalitat del reproductor de vídeos. Llavors, d'aquesta quedava implementar la funcionalitat de xat i la funcionalitat d'enviament de correus (tant en el manteniment com en l'aplicació mòbil) i fer la posada en marxa i desplegament a l'Hospital de Sant Pau.

L'altre és una aplicació web i mòbil que permet al pacient veure totes les activitats programades per l'equip de terapeutes. Els terapeutes assignen les tasques a fer des de l'aplicació web, mentre que els pacients veuen de forma personalitzada les activitats encomanades per mitjà de l'aplicació mòbil [4]. En aquest projecte s'havia desenvolupat l'assignació d'activitats als pacients, a més de les funcionalitats bàsiques com: crear noves activitats, donar d'alta a nous pacients, veure amb facilitat les activitats que el seu pacient ha realitzat o té pendent i crear codi d'autorització per donar accés a nous terapeutes. Aleshores, quedava per dur a terme tota l'aplicació mòbil i la creació de qüestionaris de valoració a l'aplicació. A més, calia fer la posada en marxa i desplegament a l'Hospital de Sant Pau.

3 Objectius

3.1 Context

A partir de l'estat dels anteriors projectes, es van establir els següents objectius: completar les dues aplicacions, posar-les en funcionament en un entorn real i fusionar el back end (per tenir una arquitectura comuna sobre la qual es puguin plantejar noves aplicacions en un futur).

Malgrat això, a causa de diversos problemes amb l'accés al codi font de la primera aplicació, es van revisar aquests objectius i es van haver de redefinir.

3.2 Objectius finals

Després, d'haver hagut de començar el desenvolupament de l'aplicació mòbil des de zero, aquests són els objectius definitius que es van proposar:

1. Creació Base de Dades.
   (a) Dissenyar i modelar BD de l'aplicació de l'objectiu 2.
2. Desenvolupar des de zero l'aplicació mòbil que permet als pacients realitzar la rehabilitació de la seva infermetat neuromuscular.
   (a) Implementar inici de sessió.
   (b) Desenvolupar reproductor de vídeos.
   (c) Implementar perfil d'usuari.
   (d) Implementar funcionalitat de xat.
   (e) Implementar enviament de missatge de correu electrònic quan el pacient acaba una activitat o escriu al xat.
3. Implementar el manteniment en l'aplicació mòbil perquè els terapeutes puguin administrar les activitats i fer el seguiment dels pacients.
   (a) Implementar inici de sessió.
   (b) Desenvolupar un manteniment perquè els terapeutes puguin assignar/eliminar activitats als seus pacients.
   (c) Desenvolupar funcionalitat de xat.
   (d) Implementar enviament de missatge de correu electrònic quan el terapeuta assigna una activitat o escriu al xat.
4. Desplegament i posada en marxa de l'aplicació de l'objectiu 2.
   (a) Fer proves pilot amb pacients i terapeutes de l'Hospital de Sant Pau

(b) Migració de l'aplicació als servidors de l'Hospital de Sant Pau.

4 Metodologia

Per dur a terme aquest projecte s'ha seguit la metodologia de desenvolupament àgil de Software, Kanban [5]. S'ha decidit per aquesta, ja que es tracta d'un mètode visual que permet amb un simple cop d'ull, conèixer l'estat dels projectes i assignar noves tasques de manera molt efectiva. A més, ja s'havia utilitzat en el desenvolupament d'altre programari en cursos anteriors.

Per aplicar-la, s'ha utilitzat l'eina SW Trello [6] amb un tauler format per 4 columnes (veure Figura 14, secció A de l'apèndix):

- **Backlog:** Aquesta columna es componia de les tasques ordenades per ordre de prioritat, sent la primera la més prioritària i l'última, la menys.
- **In Progress:** En aquesta columna s'han posat les tasques en les que s'estava treballant.
- **In Test:** Un cop finalitzat el desenvolupament, s'afegeix la tasca en aquesta columna per ser validada.
- **Done:** Superat el test, la tasca es donava per completada, situant-la en aquesta columna.

Inicialment, les tasques estaven a la columna 'Backlog' (ordenades per prioritat) Llavors, seguint aquest ordre s'han anat afegint a la columna 'In Progress', a mesura que s'estaven desenvolupant. Un cop finalitzat el desenvolupament, la tasca ha passat a la fase de test manual, columna 'In Test', per verificar que complia correctament amb els requisits especificats. Superat el test, la tasca ha acabat a la columna 'Done'.

5 Eines i tecnologies utilitzades

L'entorn de desenvolupament que s'ha escollit per treballar en l'aplicació mòbil de rehabilitació per vídeo, ha sigut Visual Studio Code amb l'extensió de Flutter i Android Studio instal·lades. Com a Base de Dades s'ha optat per utilitzar una tecnologia moderna com és l'entorn d'emmagatzematge al cloud, Google Firebase.

5.1 Visual Studio Code

Visual Studio Code [7] és un editor de codi font lleuger, però potent que s'executa al vostre escriptori i està disponible per a Windows, macOS i Linux. Ve amb suport integrat per a JavaScript, TypeScript i Node.js i té un ecosistema ric d'extensions per a altres llenguatges (com C++, C, Java, Python, PHP, Go) i temps d'execució (com .NET i Unity).

5.2 Flutter

Flutter [8] és un framework desenvolupat per Google per a crear aplicacions mòbils tant per a Android com per a iOS (Apple). Empra Dart com a llenguatge de programació i és de codi obert.

Es va escollir aquesta tecnologia, ja que permet desplegar aplicacions més ràpidament, proporcionant un conjunt d'eines que agilitzen/milloren tant el desenvolupament com el rendiment de l'aplicació (Hot Reload i JIT Compilation). A més, ja s'havia utilitzat en altres projectes del grau, amb la qual cosa, ja es coneixia aquest *framework* i es tenia coneixement del llenguatge Dart.

5.3 Android Studio

Android Studio [9] simula sistemes Android en una computadora perquè puguis provar la teva app en diferents dispositius i nivells d'API d'Android sense necessitat de comptar amb els sistemes físics. Es troba integrat amb una extensió a Visual Studio Code, amb la qual cosa només s'ha de crear definir un nou dispositiu virtual.

5.4 Firebase

Firebase [10] de Google és una plataforma en el núvol per al desenvolupament d'aplicacions web i mòbil. La seva funció essencial és fer més senzilla la creació de tant aplicacions webs com mòbils i el seu desenvolupament, procurant que el treball sigui més ràpid, però sense renunciar a la qualitat requerida.

Les seves eines són variades i de fàcil ús, considerant que la seva agrupació simplifica les tasques de gestió a una mateixa plataforma. És especialment interessant perquè fa que no es necessiti dedicar-li tant temps al *back end*, tant en qüestions de desenvolupament com de manteniment. Firebase compta amb molts serveis i funcionalitats però ara només s'explicaran els emprats per a la realització del projecte.

5.5 Github

Com a sistema de control de versions s'ha escollit GitHub [11], ja que és una plataforma SW gratuïta, ajuda a portar un desenvolupament ordenat i garanteix un control exhaustiu del codi font. A més, ofereix un seguiment d'errors per millorar la qualitat del codi font i permet clonar el repositori de forma fàcil.

5.6 GitHub Desktop

S'ha decidit utilitzar GitHub Desktop [12] com a client Git per la senzillesa de la seva interfície i facilitat d'utilitzar Git dins del programa, fent el procés més ràpid que utilitzant comandes a la consola.

6 Arquitectura

L'arquitectura desplegada pel funcionament de l'aplicació és la que es veu a la Figura 1. Per una banda, tenim en l'aplicació mòbil Flutter que estaria instal·lada en els dispositius dels terapeutes i pacients de l'Hospital de Sant Pau. Al mateix temps, el codi estaria emmagatzemat en un repositori de GitHub per fer

les actualitzacions pertinents. Per l'altra banda, les peticions de l'aplicació passarien per xarxa interna de l'Hospital de Sant Pau. Aquí les dades de les peticions serien formatades d'acord amb els estàndards de protecció de dades sensibles i serien retornades amb un altre format cap a Firebase. Finalment, la BD de Firestore retornaria les dades demanades per les peticions.

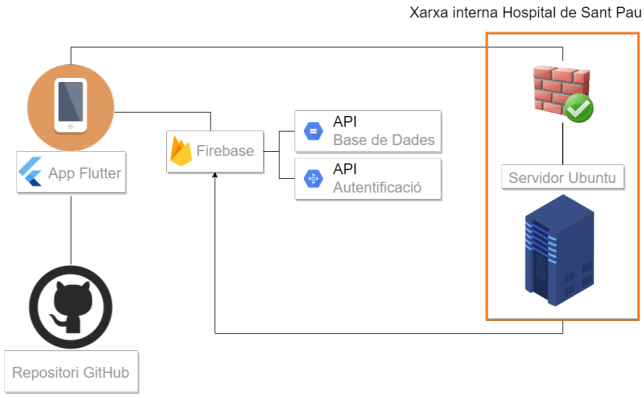

Figura 1. Infraestructura emprada per l'aplicació.

7 Planificació

7.1 Context

A l'inici del projecte es va fer una planificació d'acord amb els primers objectius plantejats. Aquests eren bastant ambiciosos, però assolibles si la base del projecte de la que es partia, per començar a treballar, era la que s'esperava. No obstant, en començar el desenvolupament de l'aplicació web i mòbil que permet als terapeutes realitzar el seguiment dels pacients amb ictus, s'han trobat una sèrie d'inconvenients que han forçat tant un canvi en els objectius, com en la planificació.

El primer obstacle ha sigut la desaparició del codi font de l'aplicació mòbil. L'alumne que va iniciar el projecte va afirmar que no el trobava i que la còpia que va pujar al servidor de l'hospital havia estat eliminada.

El segon impediment ha tingut relació amb la Base de Dades. Inicialment, es creia que aquesta existia, ja que constava en la documentació proporcionada per l'anterior participant. Tanmateix, després de parlar amb ell, es va arribar a la conclusió que s'hauria de crear de nou.

El darrer problema que ha sorgit a conseqüència del canvi de back end. La web del manteniment de l'aplicació mòbil estava desenvolupada amb HTML [13] (front end) i C# [14] + BD SQL [15] (back end). Aquesta estava bastant avançada per l'anterior alumne del projecte, però com es va decidir canviar la tecnologia del back end a Flutter + Firebase, resultava més fàcil implementar el manteniment en el mateix projecte de l'aplicació mòbil que comprendre el codi anterior i refactoritzar l'aplicació web amb el nou back end.

Així doncs, després d'analitzar els requisits i els problemes sorgits, van sortir planificades 16 tasques. Aquestes es van agrupar per fites.

Al final de cada fita es proporcionaria un lliurament (excepte a la fita 3, que seria una instal·lació) als professionals de l'Hospital de Sant Pau perquè poguessin donar feedback sobre el desenvolupament i fer les correccions adients.

7.2 Planificació real

7.2.1 Fita 1

Projecte	Tasca	Descripció	Durada
App mòbil NVR	Log In	Implementar l'inici de sessió perquè els pacients puguin accedir a la seva àrea privada de l'aplicació.	5 dies
App mòbil NVR	Reproductor de Vídeos	Desenvolupar pantalla de reproductor de vídeos que permeti al pacient veure el llistat d'activitats que ha seguir en la seva rehabilitació. Els vídeos utilitzats seran descarregats i carregats de forma local.	8 dies
App mòbil NVR	Funcionalitat xat	Implementar la visualització de la pantalla de conversació entre pacient i terapeuta.	7 dies
App mòbil NVR	Perfil	Implementar la visualització de les dades personals del pacient.	5 dies

Resultat final: Prototip de l'aplicació.

7.2.2 Fita 2

Projecte	Tasca	Descripció	Durada
App mòbil NVR	Creació Base de Dades	Crear nou projecte a Firebase i utilitzar Firestore Database per crear les col·leccions necessàries.	7 dies
App mòbil NVR	Creació Base de Dades	Connectar la BD al projecte Flutter de l'aplicació mòbil.	8 dies
App mòbil NVR	Reproductor de Vídeos	Implementar back end per obtenir els vídeos de la BD i mostrar-los en el reproductor.	9 dies
App mòbil NVR	Funcionalitat xat	Implementar back end per habilitar l'enviament i rebuda de missatges (text, imatges i vídeos) a la pantalla de xat.	7 dies
App mòbil NVR	Funcionalitat d'enviament de correus	El sistema ha d'enviar un missatge correu electrònic quan el pacient acompleix una tasca.	7 dies
App mòbil NVR	Funcionalitat xat	Enviar notificacions per correu electrònic als usuaris quan hi ha missatges per llegir.	7 dies

Resultat final: Lliurament d'una versió estable de l'aplicació.

7.2.3 Fita 3

Projecte	Tasca	Descripció	Durada
App mòbil NVR	Manteniment dels terapeutes	Implementar la visualització del llistat de pacients que té el terapeuta. Aquesta llista s'ha de poder filtrar pel nom complet del pacient.	5 dies
App mòbil NVR	Manteniment dels terapeutes	Desenvolupar pantalla amb la llista de vídeos que ha de dur a terme el pacient. Des d'aquesta vista s'ha de poder treure qualsevol activitat que tingui assignada el pacient.	7 dies
App mòbil NVR	Manteniment dels terapeutes	Implementar vista alternativa del reproductor de vídeos pels terapeutes. A través d'aquesta pantalla han de poder assignar/eliminar activitats que tingui encomanades el pacient.	7 dies
App mòbil NVR	Desplegament i Posada en marxa	Sol·licitar accés a la xarxa interna de l'Hospital de Sant Pau.	2 dies
App mòbil NVR	Desplegament i Posada en marxa	Fer proves pilot amb pacients i terapeutes de l'Hospital de Sant Pau.	7 dies
App mòbil NVR	Desplegament i Posada en marxa	Migració de l'aplicació als servidors de l'Hospital de Sant Pau.	7 dies

Resultat final: Lliurament de la versió final de l'aplicació i posada en marxa d'aquesta a l'hospital.

7.2.4 Diagrama de Gantt

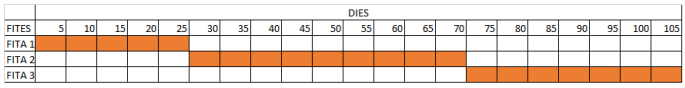

Figura 2. Diagrama de Gantt del projecte.

8 Desenvolupament

A la primera etapa de desenvolupament del projecte es va construir el front end de l'aplicació mòbil amb Flutter. Es van implementar les següents vistes: log in, reproductor de vídeos i perfil de l'usuari.

La segona fase es va centrar a la banda back end del SW. Primer, es va modelar una base de dades NoSQL amb Firebase. A posteriori, es van generar els controladors i models necessaris per integrar la BD amb el front end de la primera etapa.

A la tercera i última etapa s'ha creat i integrat el manteniment dels terapeutes al mateix projecte Flutter de l'aplicació mòbil. També, en aquesta fase, s'ha acordat una data per fer proves pilot amb terapeutes i pacients reals de l'Hospital de Sant Pau.

8.1 Creació BD amb Firebase

S'ha creat una Base de Dades no relacional amb l'eina Cloud Firestore [16] que proporciona la plataforma en línia Firebase.

En primer lloc, s'ha generat la col·lecció 'users'. Aquesta correspon tant als pacients que tenen malalties neuromusculars, com als terapeutes de l'equip de Teràpia Ocupacional. Un dels avantatges de Firestore, és que cada document de la col·lecció pot tenir atributs diferents. Per distingir un pacient d'un terapeuta s'ha definit el camp 'esAdmin'. Si aquest camp val 'false', el docuement és d'un pacient i té els camps de la Figura 15 (veure secció B de l'apèndix). En cas contrari, el document correspon a un terapeuta i té els camps de la Figura 16 (veure secció B de l'apèndix).

En segon lloc, s'ha creat la col·lecció 'categories'. Aquesta fa referència a les categories dels vídeos que hi ha disponible. Cada categoria emmagatzema el seu nom, el llistat de vídeos dels quals disposa i la foto que la identifica (veure Figura 17, secció B de l'apèndix).

En tercer lloc, s'ha definit la col·lecció 'videos'. Els vídeos corresponen a les activitats que han de dur a terme els pacients en el seu procés de rehabilitació i que són assignades pels terapeutes. Cada document de la col·lecció emmagatzema la informació dels vídeos que es reproduiran a l'aplicació (veure Figura 18, secció B de l'apèndix).

En últim lloc, s'ha creat la col·lecció 'messages' (veure Figura 19, secció B de l'apèndix). Aquesta guarda una col·lecció de missatges per cada conversació pacient-terapeuta realitzada.

8.2 Inici de sessió

En primer lloc, s'ha implementat la pantalla d'iniciar sessió [17] (Figura 3). Aquesta és la primera que veurà l'usuari en entrar a l'aplicació per primer cop. El pacient haurà d'introduir el seu correu electrònic i una contrasenya (proporcionada per l'equip de terapeutes), per accedir al seu espai privat dins l'aplicació.

La vista (front end) s'ha creat amb els Widgets de Flutter, específicament, amb el widget *Form* [18] al qual se li han afegit els camps d'entrada email i contrasenya.

Després al back end, s'ha creat un controlador (*auth_provider*) per implementar l'autentificació per correu i contrasenya de Firebase. Aquest proveïdor, utilitzat l'API d'autenticació de Firestore [19] per iniciar sessió de forma segura a l'aplicació. La funció que s'ha creat per fer això, s'ha anomenat *handleSignIn()*, que a part d'iniciar sessió, guarda les dades de l'usuari de forma local.

Un cop l'usuari ha realitzat el log in, no caldrà fer-lo de nou, ja que s'ha implementat de forma que no es pugui tancar

la sessió.

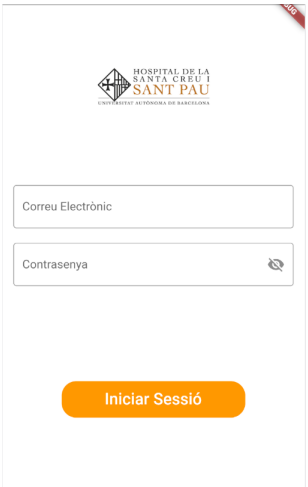

Figura 3. Pantalla d'inici de sessió

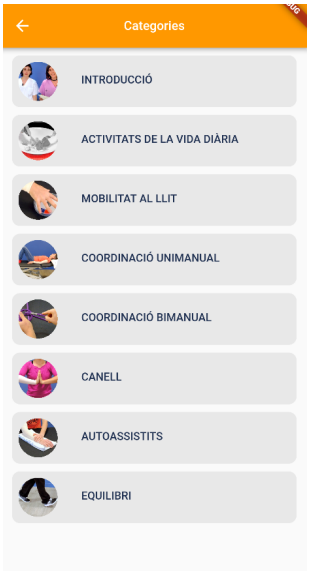

Figura 4. Pantalla de categories

8.3 Categories

Un cop finalitzat l'inici de sessió, s'ha implementat la pantalla de les categories de vídeos (Figura 4). En aquesta pàgina, l'usuari pot escollir el tipus d'activitats que vol fer. Si el terapeuta no ha assignat vídeos al pacient en alguna categoria, el pacient no podrà accedir a la secció i veurà el missatge "No hi ha activitats disponibles en aquesta categoria".

Per implementar aquest mòdul, en primer lloc, s'ha dissenyat la pantalla/vista mitjançant el Widget 'ListView' [20] de Flutter.

En segon lloc, s'ha creat la classe 'Categoria' per guardar les dades associades a una categoria (id, nom, llista de vídeos, imatge i foto identificativa).

En tercer lloc, s'ha creat el controlador de les categories (*video_category_provider*) per obtenir la informació d'aquestes de la BD.

Per últim, s'ha integrat la vista amb el back end per mostrar les categories emmagatzemades a Firestore.

8.4 Reproductor vídeos

L'anterior pantalla fa de pont a aquesta. Al reproductor de vídeos [21] (Figura 5), l'usuari trobarà la llista d'activitats que el terapeuta li ha assignat pel procés de rehabilitació de la seva malaltia. La funcionalitat de vídeo permet: reproduir un vídeo, aturar-lo, anar cap endarrere, anar cap endavant, passar al següent vídeo, passar a l'anterior i visualitzar-lo en pantalla completa. A més, si el pacient fa clic sobre el botó d'informació, podrà fer accions addicionals sobre el vídeo com demanar ajuda i completar l'activitat. Si escull la primera, s'enviarà un missatge al terapeuta via xat, sol·licitant ajuda amb l'activitat. En canvi, si escull la segona, l'activitat quedarà marcada com finalitzada i s'enviarà un missatge al terapeuta informant de l'acció.

Per desenvolupar aquest mòdul, primer s'ha dissenyat la pantalla, La vista d'aquesta ha sigut la més complexa d'implementar, ja que s'ha decidit no utilitzar l'API de Youtube i crear un reproductor de vídeos personalitzat. De tal forma que els vídeos es pujen i baixen directament des de la BD creada. Per dissenyar-la s'han usat els widgets *VideoPlayer* [22] i *ListView*, entre d'altres.

Tot seguit, s'ha creat la classe 'Video' per guardar les dades associades al clip (id, títol, url, imatge, etc).

Després, s'ha creat el controlador dels vídeos (*video_category_provider*) per obtenir les dades dels vídeos de la BD. En aquest proveïdor, s'ha creat una funció per cercar només els vídeos que té assignat el pacient en una categoria determinada.

Finalment, s'ha integrat la vista amb el back end. Així doncs, s'ha omplert cada objecte 'Video' amb la informació

obtinguda pel controlador i s'ha reflectit conjuntament amb les widgets per mostrar les activitats que ha de fer el pacient.

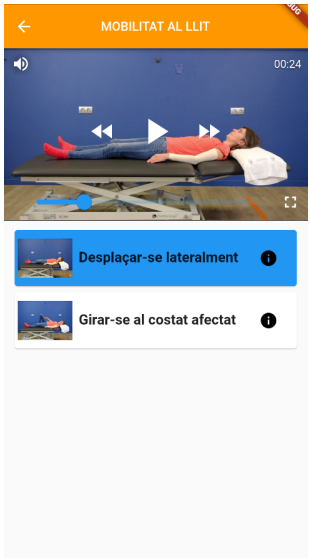

Figura 5. Pantalla del reproductor de vídeos

8.5 Xat

A la pantalla de xat [23] (Figura 6), el pacient pot comunicar-se directament amb el seu terapeuta per rebre una retroalimentació del seu tractament. Pot escriure text, adjuntar imatges i vídeos [24] de com està duent a terme alguna de les seves activitats de rehabilitació.

Inicialment, s'ha dissenyat la vista amb ajuda dels widgets *StreamBuilder* [25] i *ListView*. El component StreamBuilder rep els snapshots (data) de la col·lecció 'messages' de la conversa pacient-terapeuta. Aquests documents són proporcionats pel controlador *chat_provider* que es crida en el constructor.

Després, s'ha creat el controlador dels missatges. Aquest s'encarrega de llegir i escriure a la BD, per tal d'habilitar la comunicació. Per cada conversació entre un pacient i un terapeuta, es genera una nova col·lecció dins la col·lecció 'messages' que guarda tots els missatges d'aquesta.

Tot seguit, s'ha creat la classe 'Message' (model) per emmagatzemar la informació del missatge (id del emissor, id del receptor, marca de temps, contingut i tipus).

Finalment, utilitzant el controlador per omplir el model, i després, el model per obtenir les dades dels missatges, s'ha vinculat el front end d'aquesta pantalla amb el seu back end.

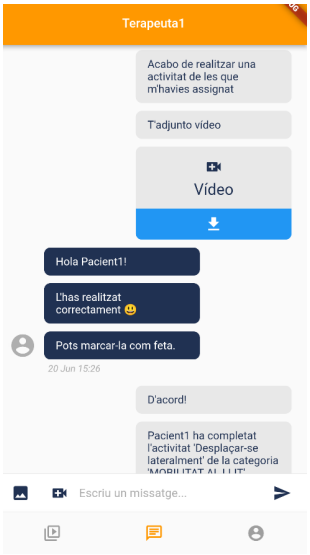

Figura 6. Pantalla de xat.

8.6 Perfil

En aquesta pantalla (Figura 7), el pacient pot accedir a informació d'Interès per contactar amb l'Hospital de Sant Pau. Les dades que es mostren són: nom del pacient, targeta de referència (nom del terapeuta assignat) i telèfon de contacte de l'Hospital de Sant Pau. Aquests camps són modificables, per tant, el pacient no podrà modificar aquesta informació.

El desenvolupament d'aquesta vista ha sigut el més senzill. Mitjançant el widget *Form* amb els camps esmentats.

A l'iniciar sessió el proveïdor de l'autenticació escriu en unes variables constants la informació dels camps que es visualitzen. Per tant, no ha calgut models ni controladors per la implementació d'aquesta pantalla.

Figura 7. Pantalla del perfil de l'usuari.

8.7 Manteniment dels terapeutes

En lloc d'aprofitar l'aplicació web, que s'havia començat a desenvolupar l'any passat, s'ha optat per implementar des de zero el manteniment dels terapeutes en el mateix projecte Flutter de l'app dels pacients. Aquesta decisió ha permès agilitzar el desenvolupament, ja que no va caldre refactoritzar el back end existent i s'han pogut aprofitar pantalles del front end per crear-ne de noves.

8.7.1 Llistat de pacients

Aquesta és la primera pantalla que trobarà el professional sanitari després d'iniciar sessió. Consisteix en una llista amb els pacients que té assignat el terapeuta. Cada targeta taronja de la Figura 8 identifica al pacient amb el seu NHC, nom complet i edat. Aquesta pàgina també incorpora un cercador per buscar als usuaris amb més facilitat. A més, si l'usuari prem sobre una d'aquestes targetes, s'obrirà la pantalla de les activitats que aquest té atorgades

Per implementar aquest mòdul, en primer lloc, s'ha dissenyat la pantalla/vista mitjançant el Widget 'ListView' de Flutter.

Llavors, s'ha creat el controlador 'patients_list_provider per obtenir la llista de pacients del terapeuta. En aquest proveïdor, s'ha creat una funció per obtenir la llista d'objectes 'Usuari' a partir de la llista d'Id's que té guardada el professional a la BD.

Finalment, s'ha fet la crida a aquest controlador en la vista per mostrar la informació per pantalla.

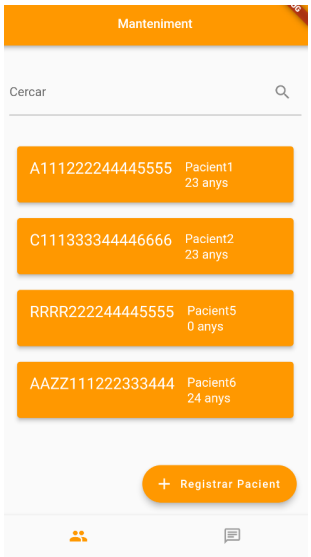

Figura 8. Llistat dels pacients.

8.7.2 Registrar pacient

Si el terapeuta prem el botó "Registrar Pacient"de la Figura 8, s'obre la pantalla de la Figura 9. Mitjançant aquesta, el terapeuta pot inscriure un nou pacient a la seva llista de seguiment.

Per dissenyar aquesta pantalla s'ha creat un formulari amb els camps: nom, cognoms, data de naixement, NHC, correu electrònic i contrasenya.

Llavors, al controlador de l'autenticació, que ja s'havia creat, s'ha afegit la funció *signUp* per registrar un nou usuari a la BD per mitjà de l'email i la contrasenya. En aquest mètode es crida a un altre (*postDetailsToFirestore*) per recollir les dades dels camps, omplir l'objecte usuari i finalment, crear el nou pacient a la col·lecció 'users' a partir d'aquest model.

Quan s'ha registrat correctament a l'usuari, es tanca la pantalla i s'actualitza la llista de pacients amb aquesta nova incorporació.

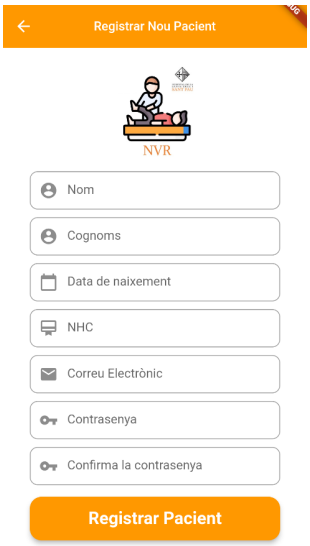

Figura 9. Pantalla per registrar un nou pacient.

8.7.3 Activitats assignades al pacient

Un cop el terapeuta ha seleccionat un pacient, es visualitza la pantalla de la Figura 10. En aquesta secció, es mostren les activitats que té actualment el pacient. Tanmateix, el professional pot treure-li vídeos fent clic sobre el botó eliminar (brossa de color vermell) i afegir-li'n de nous, prement el botó inferior 'Afegir activitat'. Aquestes modificacions es veuen instantàniament sense necessitat de refrescar la pantalla. Si el terapeuta opta per afegir una nova activitat, s'obre la pantalla de categories de la Figura 4. A més, si el pacient ha fet alguna activitat, aquesta es mostra com a finalitzada amb un tic verd.

Per comença la implementació d'aquesta pantalla, s'ha

dissenyat la vista mitjançant el Widget 'FutureBuilder' [26] i 'ListView' de Flutter.

Aleshores, s'ha creat el controlador 'manage_videos_provider per obtenir la llista d'activitats del pacient. En aquest controlador, s'ha creat una funció per obtenir els vídeos de l'usuari a partir de la llista d'identificadors d'aquests que té guardada el pacient a la BD.

Finalment, s'ha fet la crida a aquest proveïdor per mostrar les dades a través de la vista modelada.

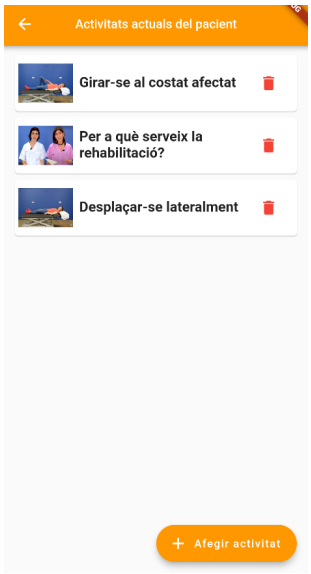

Figura 10. Activitats assignades al pacient.

8.7.4 Reproductor de vídeos (vista terapeuta)

Quan el terapeuta ha premut sobre una categoria, s'obre el reproductor de vídeos de la Figura 11. En aquesta pantalla es visualitzen tots els vídeos disponibles a la categoria. A més a més, el terapeuta pot veure en el botó de la dreta si el pacient té assignada l'activitat o no. En qualsevol cas, pot fer clic sobre aquest per assignar/treure l'activitat al pacient.

El reproductor de vídeo ja s'havia implementat per la vista del pacient a l'apartat 8.4. Per la vista del terapeuta, s'ha reaprofitat el mòdul afegint-ne noves funcionalitats per la gestió de les activitats de rehabilitació.

Així doncs, s'han afegit els botons a la vista per administrar els vídeos. Així mateix, s'ha implementat un quadre de diàleg per confirmar la transacció (update de la llista d'activitats del pacient) a la BD.

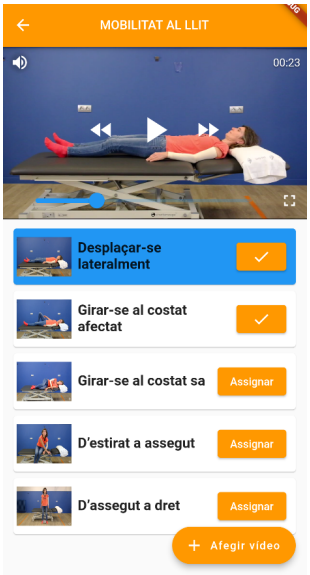

Figura 11. Reproductor de vídeos que visualitzen els terapeutes.

8.7.5 Xat (vista terapeuta)

En el cas dels administradors, la pantalla de xat és la mateixa que utilitzen els altres usuaris. Ara bé, ells visualitzen una llista prèvia amb els pacients dels quals segueixen el procés de rehabilitació (Figura 12). Si fan clic sobre un dels pacients, obren la conversació actual amb aquest.

Per implementar aquesta vista, s'ha emprat el Widget StreamBuilder + ListView. El component StreamBuilder rep els snapshots (data) de la col·lecció 'users' que coincideixen amb la llista de pacients que té el terapeuta. Aquests documents són proporcionats pel controlador *chat_list_provider* que es crida en el constructor.

Aleshores, per cada document es construeix un ítem de la llista. Per omplir cada ListItem s'usa el model de l'usuari (objecte NVRUser) que es genera a partir del document.

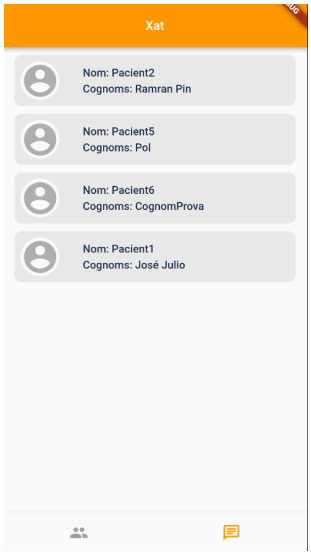

Figura 12. Llista de conversacions amb els pacients.

9 Presentació i discussió de resultats

9.1 Modelació d'una BD no relacional

Un dels resultats que s'ha obtingut és una base de dades NoSQL (no relacional). Aquesta s'ha modelat amb Firestore Database i té les col·leccions 'users', 'categories', 'videos' i 'messages'. Com s'ha vist en diferents assignatures al llarg de la carrera, per desenvolupar un SW, és necessari un espai d'emmagatzematge que organitzi, preservi i faciliti la cerca i ús de la informació. Per una cerca eficient de les dades que conté, s'han utilitzat identificadors únics com a clau primària dels documents.

9.2 Aplicació mòbil amb infraestructura MVC

Un altre resultat ha sigut el desenvolupament d'una aplicació mòbil sota l'enfocament MVC (Model Vista Controlador).

Com a model tenim l'estructura de les classes, entre les quals destaquen: la clase 'User', la clase 'Category', la clase 'Video' i la clase 'Message'.

D'altra banda, les vistes són el disseny de les pantalles de l'app que criden als controladors per omplir els models i mostrar les dades. Les pantalles més rellevants de la part del pacient són: la pantalla *Categoies* (Categories d'activitats), la pantalla *PlayPage* (Reproductor de vídeos), la pantalla *ChatPage* (Xat) i la pantalla *Profile* (Informació addicional i contacte). Les pantalles més importants de la part del terapeuta són: la pantalla *PatientsList* (Llistat de pacients), la pantalla *ManageVideos* (Per administrar activitats del pacient), la pantalla *PlayPage* (Reproductor de vídeos), la pantalla *ChatListPage* (Llista de conversacions amb els pacients) i la pantalla *ChatPage* (Xat).

Per cada vista hi ha almenys un controlador que és l'encarregat de consultar la BD i proveir la informació als models que s'utilitzen a les vistes.

Aquesta infraestructura, que ja s'ha usat al llarg de la carrera pel desenvolupament de projectes SW, permet la modularitat del programa. Això significa que es pot reaprofitar moltes parts del codi, té un bon comportament als canvis i es pot fer test de forma més senzilla.

9.3 SW multiplataforma per l'Hospital de Sant Pau

Com és evident, aquest sistema satisfarà les necessitats del grup de Teràpia Ocupacional en la seva tasca d'administració, control i seguiment dels pacients amb malalties neuromusculars. A més, com l'aplicació s'ha desenvolupat amb Flutter, tindran la possibilitat de llençar-la des del navegador web, Android o iOS.

10 Conclusions

Dels quatre objectius que es van establir, s'han completat tres. El primer a assolir-se ha sigut l'objectiu *Creció Base de Dades*. El segon en completar-se ha sigut l'objectiu *Desenvolupar des de zero l'aplicació mòbil que permet als pacients realitzar la rehabilitació de la seva infermetat neuromuscular*. L´últim en aconseguir-se ha sigut l'objectiu *Implementar el manteniment en l'aplicació mòbil perquè els terapeutes puguin administrar les activitats i fer el seguiment dels pacients*.

Encara que no s'ha assolit l'objectiu *Desplegament i posada en marxa de l'aplicació de l'objectiu 2*, ja que no s'ha pogut una data amb l'hospital dins del termini d'entrega, s'ha fixat un dia a posteriori per començar a dur-la a terme. Així doncs, s'intentarà posar en funcionament l'aplicació a l'Hospital de Sant Pau per complir els quatre objectius plantejats.

Com s'ha comentat al principi de l'informe, hi havia dues aplicacions en marxa. Acabat el desenvolupament d'una d'elles, els passos a seguir consistirien a acabar l'aplicació web i mòbil que permet als metges del departament de teràpia ocupacional planificar activitats pels pacients amb dificultats cognitives i fusionar el back end de les dues aplicacions, ja que ambdós exploten les mateixes dades.

Per concloure, penso que els coneixements adquirits durant el grau d'enginyeria informàtica han sigut imprescindibles per dur a terme el desenvolupament d'un projecte de SW, com és el cas d'una aplicació mòbil. Fer servir una metodologia àgil ha permès planificar i veure si el projecte era factible, a mesura que s'anava avançant. També, cal mencionar que una eina de control de codi font, com ha sigut en aquest cas, Github, és molt necessària per evitar perdre els avenços i recuperar versions anteriors que et poden salvar d'un problema bloquejant.

Agraïments

En primer lloc, vull donar les gràcies al meu tutor del TFG, Ernest Valveny, per haver-me prestat part del seu temps, aconsellar-me en el projecte, contactar amb l'Hospital de Sant Pau i aconseguir reunions amb l'equip de terapeutes i el departament d'informàtica.

En segon lloc, vull agrair l'ajuda de la Yolanda Calle Del Campo, integrant de l'equip de terapeutes de l'Hospital de Sant Pau, per haver-me ajudat durant la captura de requisits, exposant-me les necessitats del grup de Teràpia Ocupacional, i també, per donar-me la seva opinió respecte al disseny de la UI de l'aplicació mòbil.

Per últim, vull donar les gràcies al Gerardo, informàtic de l'hospital de Sant Pau, per la gran ajuda que m'ha donat a l'hora d'accedir a la xarxa interna de l'hospital i en el moment de desplegar i posar en marxa l'aplicació.

Referències

[1] "¿qué es la terapia ocupacional?." https://neurorhb.com/blog-dano-cerebral/que-es-la-terapia-ocupacional/: :text=La(Accedit el 1/03/2022).

[2] "Hospital de la santa creu i sant pau." https://www.santpau.cat/es/web/public. (Accedit el 1/03/2022).

[3] E. Isamat Sabadell, "Aplicacio pel seguiment del procés de rehabilitació de pacients amb malalties neuromusculars," 2021.

[4] J. E. Baldemor Salazar, "Desenvolupament d'un sistema per a la planificacio d'activitats per pacients amb dificultats cognitives," 2021.

[5] R. APD, "¿En qué consiste la metodología Kanban y cómo utilizarla?," *APD*, 2021.

[6] "Trello." https://trello.com/, 2022.

[7] "Documentation for visual studio code." https://code.visualstudio.com/docs. (Accedit el 15/04/2022).

[8] L. Dagne, "Flutter for cross-platform app and sdk development,"

[9] "Introducción a android studio — desarrolladores de android — android developers." https://developer.android.com/studio/intro. (Accedit el 01/03/2022).

[10] "Documentación — firebase." https://firebase.google.com/docs. (Accedit el 21/04/2022).

[11] B.-A. Guérin, *ASP. NET con C# en Visual Studio 2017: diseño y desarrollo de aplicaciones Web*. Ediciones ENI., 2018.

[12] "Github desktop — simple collaboration from your desktop." https://desktop.github.com/. (Accedit el 05/03/2022).

[13] "Html." https://desarrolloweb.com/home/html. (Accedit el 25/06/2022).

[14] "Documentos de c#: inicio, tutoriales y referencias. — microsoft docs." https://docs.microsoft.com/es-es/dotnet/csharp/. (Accedit el 25/06/2022).

[15] "Access sql: conceptos básicos, vocabulario y sintaxis." https://support.microsoft.com/es-es/office/access-sql-conceptos-b(Accedit el 25/06/2022).

[16] "Cloud firestore — firebase documentation." https://firebase.google.com/docs/firestore. (Accedit el 21/04/2022).

[17] "Flutter login/sign-up screen - example." https://www.tutorialkart.com/flutter/flutter-login-screen/. (Accedit el 05/03/2022).

[18] "Build a form with validation — flutter." https://docs.flutter.dev/cookbook/forms/validation. (Accedit el 05/03/2022).

[19] "Firebase authentication — firebase documentation." https://firebase.google.com/docs/auth?hl=es-419. (Accedit el 21/04/2022).

[20] "Listview class - widgets library - dart api." https://api.flutter.dev/flutter/widgets/ListView-class.html. (Accedit el 15/05/2022).

[21] "Reproducir y pausar un vídeo - flutter." https://esflutter.dev/docs/cookbook/plugins/play-video. (Accedit el 10/03/2022).

[22] "video_player — flutter package." https://pub.dev/packages/video$_{p}layer/example.(Acceditel10/03/$

[23] "Building chat app with flutter and firebase — by quang duy tran — flutter community — medium." https://medium.com/flutter-community/building-a-chat-app-with-flutter-and-firebase-from-scratch-9eaa7f41782e. (Accedit el 01/04/2022).

[24] "Sube archivos con cloud storage en la web — firebase documentation." https://firebase.google.com/docs/storage/web/upload-files?hl=es. (Accedit el 1/05/2022).

[25] "Streambuilder class - widgets library - dart api." https://api.flutter.dev/flutter/widgets/StreamBuilder-class.html. (Accedit el 15/05/2022).

[26] "Futurebuilder class - widgets library - dart api." https://api.flutter.dev/flutter/widgets/FutureBuilder-class.html. (Accedit el 25/05/2022).

Apèndix

A Imatge tauler Trello

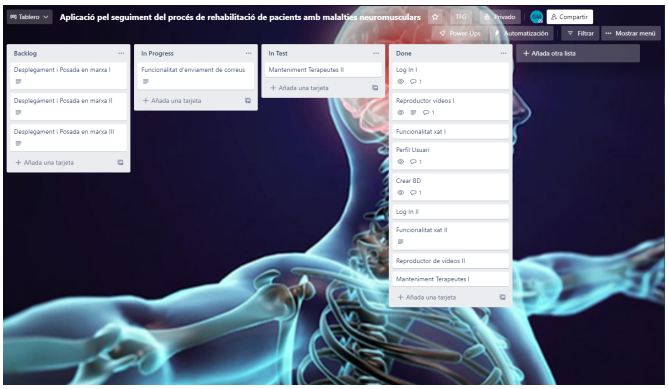

Figura 13. Tauler Trello en l'etapa final del desenvolupament.

B Imatges col·leccions Cloud Firestore

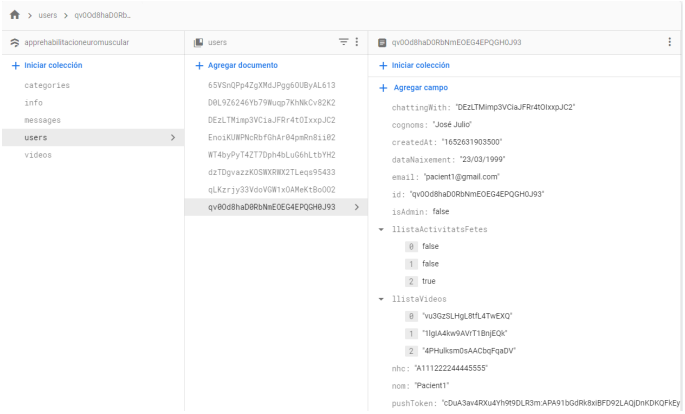

Figura 14. Cloud Firestore. Col·lecció 'users'. Document d'un pacient.

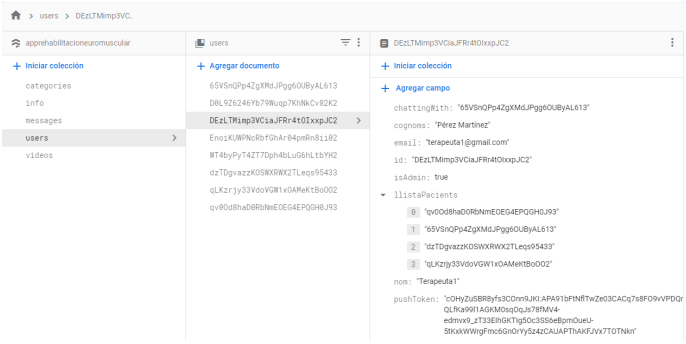

Figura 15. Cloud Firestore. Col·lecció 'users'. Document d'un terapeuta.

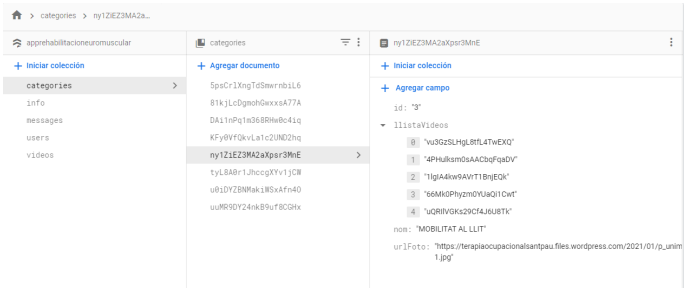

Figura 16. Cloud Firestore. Col·lecció 'categories'. Document d'una categoria.

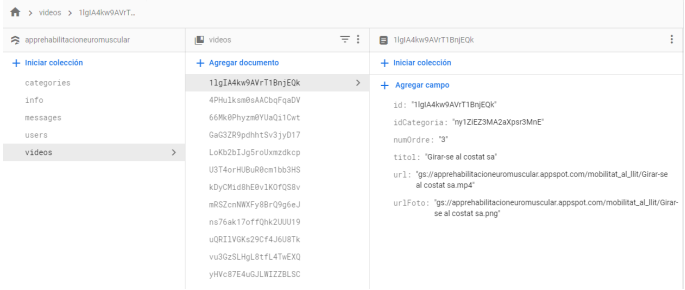

Figura 17. Cloud Firestore. Col·lecció 'videos'. Document d'un vídeo.

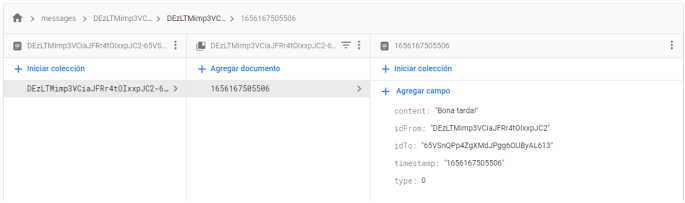

Figura 18. Cloud Firestore. Col·lecció 'messages'. Document d'un missatge.