

Treball final de grau

Estudi: Grau en Enginyeria Informàtica

Títol: Millora del seguiment de pacients amb Esclerosis Múltiple

Document: Resum

Alumne: Kevin Roman Costa Jara

Codi UdG: u1953653

Tutor: Dr. Xavier Llado Bardera

Departament: Arquitectura i Tecnologia de Computadors

Àrea: Arquitectura i Tecnologia de Computadors

Tutor extern: Dr. René Roberto Robles Cedeño

Departament: Neurologia

Àrea: Unitat de Neuroimmunologia i Esclerosis Múltiple Territorial de Girona

Convocatòria: Juny del 2021

Introducció

La neurologia és una especialitat mèdica en constant evolució que es nodreix de les noves tecnologies per millorar la qualitat de vida dels pacients. Aquest projecte es centra en l'Esclerosis Múltiple. L'EM és una malaltia crònica del sistema nerviós central, d'etiologia desconeguda i mecanisme autoimmune en la qual dos processos patogènics, la inflamació i la neurodegeneració, conflueixen originant un trastorn de curs progressiu amb un alt grau de discapacitat tant física com cognitiva. En aquesta malaltia és de vital importància recollir de forma homogènia i estructurada dades provinents de pacients que ajudin en la presa de decisions abans, durant i després de la seva visita i tractament. D'aquesta manera es pot optimitzar els recursos de la sanitat pública i es pot oferir una millor atenció a les persones que pateixen la malaltia.

Amb l'objectiu d'incrementar el coneixement sobre l'EM i potenciar la medicina personalitzada, l'**Hospital Santa Caterina** i l'**Hospital Universitari Doctor Josep Trueta**, s'han proposat desenvolupar un registre d'història clínica electrònica (eMS-Reg) dins el sistema SAP-ARGOS que permet recollir dades clíniques de manera homogènia i estandarditzada.

Actualment eMS-Reg disposa de 50.000 dades estructurades recollides en 3.600 visites provinents de 780 pacients. Tot i aquestes xifres, els equips mèdics denoten la manca de dades provinents directament dels pacients sobre el seu estat durant determinats períodes de temps.

Amb l'objectiu d'obtenir més dades (PROMS¹ i PREMS²) i millorar el seguiment mèdic dels pacients. L'**Hospital Santa Caterina** i l'**Hospital Universitari Dr. Josep Trueta**, inicien la **col·laboració amb el grup d'investigació VICOROB de l'UDG** per desenvolupar una plataforma per dispositius mòbils i web amb la capacitat de recollir aquestes dades.

Objectius

L'objectiu principal d'aquest projecte és desenvolupar el software necessari que permeti la recollida de dades provinent dels pacients i realitzar un millor seguiment per part de l'equip mèdic. Aquest software comptarà amb una **aplicació iOS i Android per pacients i un gestor web per l'equip mèdic**.

Els diferents blocs principals desenvolupats dins del marc del projecte han estat els següents:

¹ PROMS: Patient reported outcomes measures..

² PREMS: Patient reported experience measures.

Objectius tècnics:

Aplicació web CMS amb Angular (ús exclusiu professionals de la salut).

- Gestió de pacients.
- Gestió de doctors.
- Gestió de formularis.
- Gestió d'exercicis.

Aplicació mòbil per dispositius iOS i Android (ús exclusiu pacients).

- Recepció de notificacions push.
- Realització de formularis.
- Realització d'exercicis.

Servidor Backend (Spring Boot).

- API per la gestió dels doctors, pacients, formularis i exercicis.
- Enviament de correu electrònic automatitzat.
- Enviament de notificacions push automatitzades.

L'obtenció de dades provinent dels pacients es realitzarà de dues maneres diferents:

- **Mitjançant formularis validats clínicament**, de manera que l'equip mèdic assignarà una bateria de formularis i els pacients els hauran de respondre en un determinat període de temps.
- **Mitjançant la realització d'activitats físiques** de rehabilitació, que funcionarà de la mateixa manera que els formularis.

Software desenvolupat

En el cas del gestor web, s'ha desenvolupat fent servir el framework d'**Angular**. Aquest gestor disposa de totes les funcionalitats necessàries perquè l'equip mèdic pugui gestionar:

- **Pacients:** es podran crear, actualitzar, esborrar i deshabilitar els pacients de la plataforma.
- **Doctors:** es podran crear, actualitzar, esborrar i deshabilitar els doctors de la plataforma.
- **Assignacions de formularis:** es podran assignar diferents formularis als pacients de la plataforma i consultar els resultats enviats de cada un d'aquests.

- **Assignacions d'exercicis:** es podran assignar diferents exercicis als pacients de la plataforma i consultar els resultats.

En la **Figura 1. Pantalla d'accés a l'aplicació web**, es pot observar la implementació de la pantalla d'accés al gestor web de la plataforma.

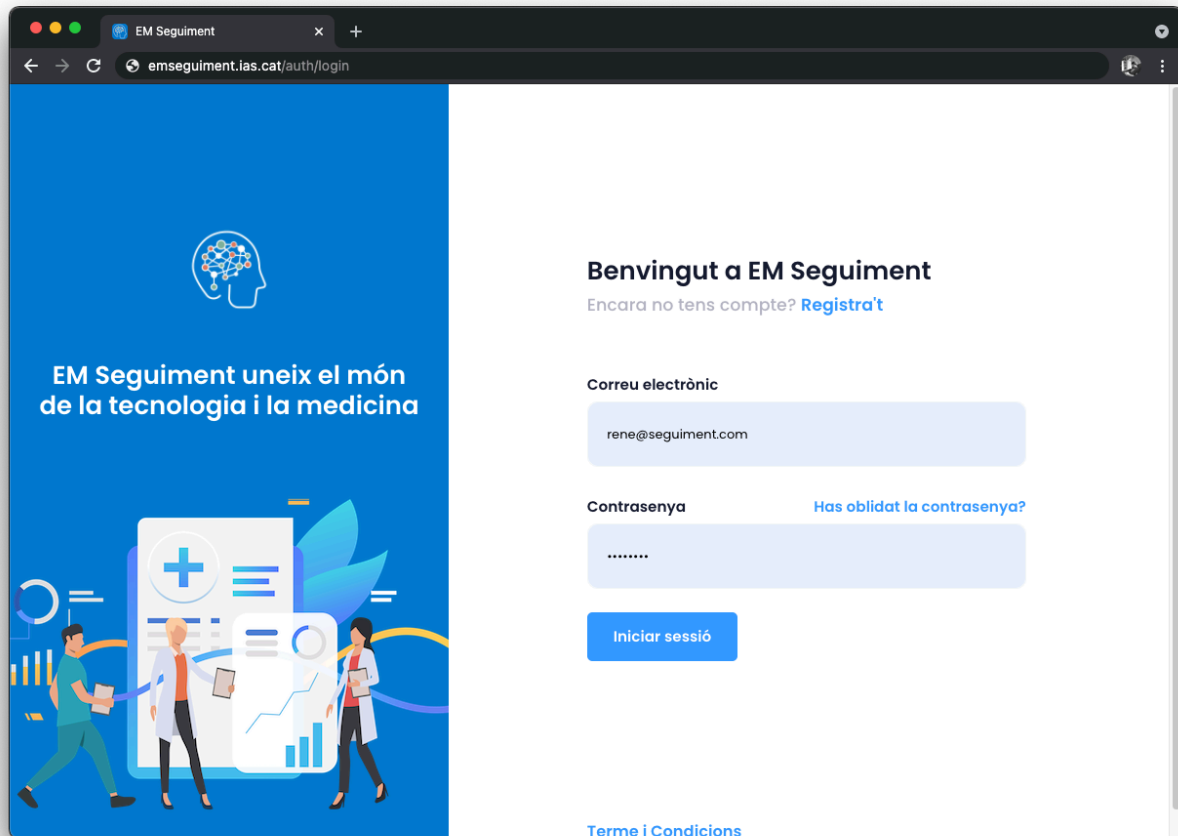


Figura 1. Pantalla d'accés a l'aplicació web

Per la plataforma mòbil, s'han desenvolupat **dues aplicacions natives una per iOS i una altra per Android**. Aquestes aplicacions permetran als pacients:

- **Realitzar formularis:** podran respondre les preguntes dels diferents formularis assignats.
- **Realitzar exercicis:** podran dur a terme les activitats físiques assignades.
- **Recepció de notificacions:** rebran una notificació push cada cop que tinguin una nova assignació, sigui d'un formulari o d'un exercici.

En la **Figura 2. Pantalles de formularis, exercicis i notificacions**, es poden observar les principals funcionalitats desenvolupades per les aplicacions mòbils. Es pot apreciar com es visualitza la pregunta d'un formulari assignat, el resum de tots els exercicis que s'han de realitzar i el llistat de les notificacions rebudes.

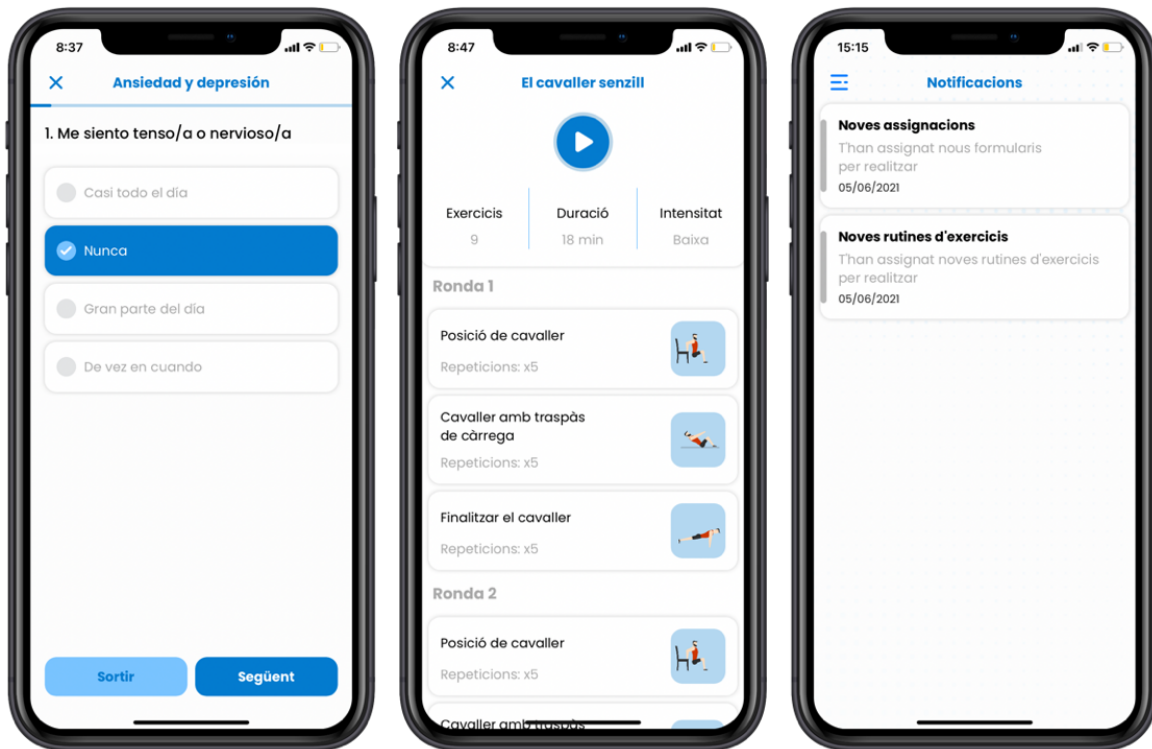


Figura 2. Pantalles de formularis, exercicis i notificacions

Per realitzar la comunicació entre les diferents plataformes i la base de dades (BDD), s'ha desenvolupat un servidor backend amb **Spring Boot** que disposa de:

- **API:** estructurada per realitzar les diferents accions sobre la BDD i les seves entitats.
- **Enviament de correus:** gestiona l'enviament de correus automatitzats cada cop que un usuari es registra a la plataforma, vol recuperar la contrasenya, canvia la contrasenya, etc.
- **Enviament de notificacions:** gestiona l'enviament de les notificacions push als usuaris.

I per últim, el que és el cor de tot el projecte, **una BDD feta a mida des de zero** a partir dels requeriments i necessitats tècniques de l'equip mèdic. Aquesta BDD, desarà totes les dades recollides dels formularis i exercicis realitzats pels pacients. La BDD, està creada de manera que un futur pròxim es pugui traspasar tota la informació obtinguda al projecte eMS-Reg.

Resultats i validació

El fet de treballar amb un entorn mèdic implica una validació prèvia per diferents entitats i persones com el **CEIC**³, **TIC Salut** i el gerent de la regió Sanitària de Girona (**Dr. Joaquim Casanovas**).

³ CEIC: Comitè d'Ètica d'Investigació Clínica

A causa de la necessitat d'aquesta validació, s'ha treballat de manera conjunta amb membres de l'equip mèdic de neurologia. En concret amb el **Dr. René Roberto Robles Cedeño**, membre del departament de neurologia. Amb l'ajuda i col·laboració estreta del Dr. Robles com a **tutor extern** d'aquest projecte, s'han pogut assolir aquests requisits essencials del projecte.

Un factor molt important per assegurar el correcte funcionament de la plataforma, han sigut les diferents proves de desplegament en diferents tipus de servidors. En una primera etapa, s'han realitzat proves de manera **local** per agilitzar el desenvolupament. En una segona etapa, amb el desenvolupament avançat, s'han realitzat proves en servidors externs, concretament amb servidors d'**Amazon**. I en l'etapa final, s'ha realitzat el desplegament en els **servidors de l'hospital**, que és on viurà tot el projecte.

Conclusions i treball futur

Aquest projecte va néixer per solucionar una necessitat real d'un equip mèdic, aquesta solució engloba tres tecnologies molt diferents. Una plataforma amb **aplicació mòbil (iOS i Android)** per pacients, un **gestor web (Angular)** per metges i un **backend (Spring Boot)** per realitzar la comunicació de les dues primeres. Els objectius assolits són:

- **Aplicació mòbil:** rebre notificacions, realitzar formularis, realitzar exercicis físics i consultar el progrés.
- **Aplicació web:** gestionar pacients, gestionar doctors, assignar formularis i exercicis a pacients.
- **Backend:** funcionalitats per realitzar la comunicació entre les diferents plataformes i la BDD.

Les tres plataformes compleixen amb els objectius plantejats a l'inici del projecte. A més, es disposa d'un plus de confiança que és la validació del projecte per part del **CEIC** i el **Dr. Joaquim Casanovas**.

El fet de poder treballar amb dos dels hospitals més importants de la província de Girona, ha fet que sigui l'escenari ideal per poder **aplicar tots els coneixements assolits** durant els darrers quatre anys de grau. I sens dubte ha deixat un gran sabor de boca, ja que s'han complert amb els objectius previstos i els resultats obtinguts han sigut **molt satisfactoris**.

Per una altra part, cal destacar tota l'experiència assimilada treballant amb entorns mèdics. Aquesta experiència passa per com es gestionen els **processos mèdics**, quina és la jerarquia dins dels hospitals i el seu funcionament, etc.

Un cop assolit els objectius principals del projecte es poden determinar diferents treballs futurs com per exemple:

- Increment de la quantitat de formularis i exercicis.
- Aplicació de tecnologies d'Intel·ligència Artificial.
- Posada en marxa de la plataforma amb pacients reals.