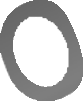


**TFG del Grado en Ingeniería Informática**

**Aplicación web para pacientes con Parkinson**



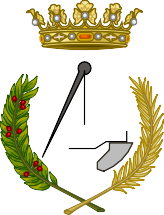
Presentado por Sandra Díaz Aguilar

en Universidad de Burgos — xx de mesx de 2023

Tutor: Álvar Anaiz González  
Cotutora: Alicia Olivares Gil

D. Álvar Arnaiz González, profesor del departamento de Ingeniería Informática, Área de Lenguajes y Sistemas Informáticos.



Expone:

Que el alumno D. Sandra Díaz Aguilar, con DNI 71309532X, ha realizado el Trabajo final de Grado en Ingeniería Informática titulado título de TFG.

Y que dicho trabajo ha sido realizado por el alumno bajo la dirección del que suscribe, en virtud de lo cual se autoriza su presentación y defensa.

En Burgos, xx de mesx de 2023

Vº. Bº. del Tutor:

D. nombre tutor

Vº. Bº. del co-tutor:

D. nombre co-tutor

i

**Resumen**

En este primer apartado se hace una **breve** presentación del tema que se aborda en el proyecto.

Este proyecto pretende servir de ayuda a pacientes con párkinson, un trastorno neurodegenerativo crónico que lamentablemente afecta a más de 150000 personas en España.

Se ha desarrollado una aplicación web en la que pacientes y médicos puedan acceder a los datos que mide un sensor que llevan los pacientes incorporado, de forma sencilla y fácil de entender, mediante gráficos. Además utiliza el aprendizaje automático para predecir, según estos datos, cómo avanzará la enfermedad.

La app también permite a los médicos insertar vídeos de sus pacientes.

**Descriptores**

Palabras separadas por comas que identifiquen el contenido del proyecto Ej: servidor web, buscador de vuelos, android . . .

Enfermedad de Parkinson, sensor, desarrollo web, datos médicos, aprendizaje automático

Más: conjuntos de datos, análisis de datos, la ia especifica, aplicación web,

ii

**Abstract**

A **brief** presentation of the topic addressed in the project.

The aim of this project is to help patients with Parkinson's disease, a chronic neurodegenerative disorder that unfortunately affects more than 150,000 people in Spain.

We have developed a web application where patients and doctors can access data that was measured by a sensor that patients have incorporated. It is accessible in a simple and easy way, using graphics. The app also uses machine learning to predict, based on this data, how the disease will progress.

Furthermore, the app also allows doctors to insert videos of their patients.

**Keywords**

keywords separated by commas.

Parkinson's disease, sensor, web development, medical data, machine learning

# Índice general

|  |  |
| --- | --- |
| [**Índice general**](#_bookmark0) | **III** |
| [**Índice de figuras**](#_bookmark1) | **IV** |
| [**Índice de tablas**](#_bookmark2) | **V** |
| [**1. Introducción**](#_bookmark3) | **1** |
| [**2. Objetivos del proyecto**](#_bookmark4) | **3** |
| [**3. Conceptos teóricos**](#_bookmark5) | **5** |
| [3.1. Secciones](#_bookmark6) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 5 |
| [3.2. Referencias](#_bookmark7) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 5 |
| [3.3. Imágenes](#_bookmark9) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 6 |
| [3.4. Listas de items](#_bookmark11) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 6 |
| [3.5. Tablas](#_bookmark13) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 7 |
| [**4. Técnicas y herramientas**](#_bookmark14) | **9** |
| [**5. Aspectos relevantes del desarrollo del proyecto**](#_bookmark15) | **11** |
| [**6. Trabajos relacionados**](#_bookmark16) | **13** |
| [**7. Conclusiones y Líneas de trabajo futuras**](#_bookmark17) | **15** |
| [**Bibliografía**](#_bookmark18) | **17** |

iii

# Índice de figuras

[3.1. Autómata para una expresión vacía](#_bookmark10) 6

iv

# Índice de tablas

* 1. [Herramientas y tecnologías utilizadas en cada parte del proyecto](#_bookmark12) 7

v

# Introducción

Descripción del contenido del trabajo y del estructura de la memoria y del resto de materiales entregados.

1

# Objetivos del proyecto

Este apartado explica de forma precisa y concisa cuales son los objetivos que se persiguen con la realización del proyecto. Se puede distinguir entre los objetivos marcados por los requisitos del software a construir y los objetivos de carácter técnico que plantea a la hora de llevar a la práctica el proyecto.

Objetivos:

* Seguir los pasos que se marquen en scrum
* Diseñar app fácil de entender por los pacientes
* Crear aplicación web que permita todo
* Forma de visualizar los datos gaficamente
* Predicción mediante ia
* Realizar documentación del proyecto
* Aprender sobre la enfermedad, sobre desarrollo web que no se toca, Python y mas sobre machine learning

3

# Conceptos teóricos

En aquellos proyectos que necesiten para su comprensión y desarrollo de unos conceptos teóricos de una determinada materia o de un determinado dominio de conocimiento, debe existir un apartado que sintetice dichos conceptos.

Algunos conceptos teóricos de LATEX1.

## Secciones

Las secciones se incluyen con el comando section.

**Subsecciones**

Además de secciones tenemos subsecciones.

**Subsubsecciones**

Y subsecciones.

## Referencias

Las referencias se incluyen en el texto usando cite [[3](#_bookmark21)]. Para citar webs, artículos o libros [[2](#_bookmark20)], si se desean citar más de uno en el mismo lugar [[1](#_bookmark19), [2](#_bookmark20)].

1Créditos a los proyectos de Álvaro López Cantero: Configurador de Presupuestos y Roberto Izquierdo Amo: PLQuiz

5

6 *Conceptos teóricos*

## Imágenes

Se pueden incluir imágenes con los comandos standard de LATEX, pero esta plantilla dispone de comandos propios como por ejemplo el siguiente:

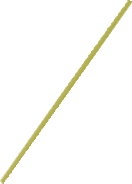
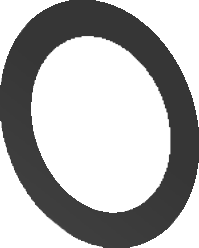
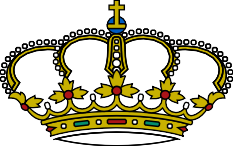


Figura 3.1: Autómata para una expresión vacía

## Listas de items

Existen tres posibilidades:

primer item. segundo item.

* + - * 1. primer item.
        2. segundo item.

**Primer item** más información sobre el primer item.

**Segundo item** más información sobre el segundo item.

* + - 1. *TABLAS* 7

Herramientas App AngularJS API REST BD Memoria HTML5 X

CSS3 X

BOOTSTRAP X

JavaScript X

AngularJS X

Bower X

PHP X

Karma + Jasmine X

Slim framework X

Idiorm X

Composer X

JSON X X

PhpStorm X X

MySQL X

PhpMyAdmin X

Git + BitBucket X X X X MikTEX X

TEXMaker X

Astah X

Balsamiq Mockups X

VersionOne X X X X

Tabla 3.1: Herramientas y tecnologías utilizadas en cada parte del proyecto

## 3.5. Tablas

Igualmente se pueden usar los comandos específicos de LATEXo bien usar alguno de los comandos de la plantilla.

# Técnicas y herramientas

Esta parte de la memoria tiene como objetivo presentar las técnicas metodológicas y las herramientas de desarrollo que se han utilizado para llevar a cabo el proyecto. Si se han estudiado diferentes alternativas de metodologías, herramientas, bibliotecas se puede hacer un resumen de los aspectos más destacados de cada alternativa, incluyendo comparativas entre las distintas opciones y una justificación de las elecciones realizadas. No se pretende que este apartado se convierta en un capítulo de un libro dedicado a cada una de las alternativas, sino comentar los aspectos más destacados de cada opción, con un repaso somero a los fundamentos esenciales y referencias bibliográficas para que el lector pueda ampliar su conocimiento sobre el tema.

9

# Aspectos relevantes del desarrollo del proyecto

Este apartado pretende recoger los aspectos más interesantes del desa- rrollo del proyecto, comentados por los autores del mismo. Debe incluir desde la exposición del ciclo de vida utilizado, hasta los detalles de mayor relevancia de las fases de análisis, diseño e implementación. Se busca que no sea una mera operación de copiar y pegar diagramas y extractos del código fuente, sino que realmente se justifiquen los caminos de solución que se han tomado, especialmente aquellos que no sean triviales. Puede ser el lugar más adecuado para documentar los aspectos más interesantes del diseño y de la implementación, con un mayor hincapié en aspectos tales como el tipo de arquitectura elegido, los índices de las tablas de la base de datos, normalización y desnormalización, distribución en ficheros3, reglas de negocio dentro de las bases de datos (EDVHV GH GDWRV DFWLYDV), aspectos de desarrollo relacionados con el [WWW...](http://WWW./) Este apartado, debe convertirse en el resumen de la experiencia práctica del proyecto, y por sí mismo justifica que la memoria se convierta en un documento útil, fuente de referencia para los autores, los tutores y futuros alumnos.

11

# Trabajos relacionados

En este apartado se van a comentar trabajos y proyectos realizados en el campo del proyecto en curso, lo que nos va a ofrecer contexto de lo que hay actualmente en el mercado, pudiendo explicar qué aporta nuestro proyecto.

Nuestro proyecto fusiona el campo de la informática y la medicina, relacionando la creación de aplicaciones web y el uso de machine learning con necesidades médicas, en concreto de la enfermedad de Parkinson.

El campo de la medicina es un campo que está bastante privatizado pero a su vez se publican gran variedad de artículos. Se puede buscar información sobre el párkinson en todo tipo de fuentes fiables como bibliotecas universitarias, centros de investigación o revistas científicas.

Algunas de estas fuentes podrían ser la Organización Mundial de la Salud[[1]](#footnote-1) , la PMC[[2]](#footnote-2) que ofrece revistas biomédicas y artículos de la Biblioteca Nacional de EE.UU., revistas digitales como Journal of Parkinson’s Disease[[3]](#footnote-3) que publica investigaciones relacionadas con la enfermedad de Parkinson o la propia biblioteca de la UBU[[4]](#footnote-4).

A continuación, se podrían exponer varios de los artículos que se han utilizado como fuente de información para la realización del proyecto pero no procede.

El campo de la informática y la programación web está en constante evolución, diariamente utilizamos aplicaciones web, ya sea en el trabajo, con herramientas para colaboración en tiempo real, o en nuestro tiempo libre con juegos, redes sociales o comercio electrónico. Existen miles de aplicaciones web en el mercado, por lo que vamos a centrarnos en aquellas que permiten visualizar datos médicos a pacientes y personal sanitario. Tras la época de restricciones debidas a la pandemia, se fomentó el uso de aplicaciones médicas para recibir atención sanitaria, así como para consultar registros médicos, gestionar citas y muchas otras funcionalidades.

Se presentan a continuación algunas de estas aplicaciones:

* 75health[[5]](#footnote-5): permite a los médicos gestionar las historias clínicas, así como emitir recetas a sus pacientes. Por su parte, los pacientes tienen acceso a sus datos médicos y pueden contactar con su especialista. El problema de esta aplicación es que solo está disponible en Estados Unidos e India, además de que, si quieres todas sus funcionalidades, debes obtener una versión de pago, lo que la hace poco accesible.
* EpicCare EMR[[6]](#footnote-6): aplicación destinada a sanitarios que trabajan en grandes centros médicos, que les permite gestionar la documentación y organizarse el trabajo. A los pacientes les permite hablar y programar citas con sus médicos (incluso a través de videoconferencias), así como ver su información e historial médico. El problema es que no existe versión gratuita, aunque se puede solicitar una demo. Además, solo se encuentra disponible en inglés.
* MyChart[[7]](#footnote-7): otra aplicación parecida a las anteriores, que permite visualizar resultados de laboratorio, historial médico, programar citas y hablar con tu médico, y mucho más. Aunque nuevamente no está disponible en España.
* PatientsLikeMe[[8]](#footnote-8): en este caso se trata de una aplicación web destinada a pacientes con enfermedades crónicas como es el párkinson. Se utiliza mayoritariamente para compartir experiencias y obtener apoyo del resto de usuarios. También pueden realizar un seguimiento de su enfermedad y sus tratamientos. Por desgracia, está igualmente solo disponible en inglés.

Por su parte, el campo del machine learning o aprendizaje automático aplicado a la medicina es muy innovador. Existen proyectos que analizan grandes cantidades de datos médicos para realizar predicciones que pueden ayudar con diagnósticos y tratamientos:

Un ejemplo es un proyecto publicado en la base de datos científica de la Universidad de la Rioja, en el que analizaron 13 métodos de machine learning, para comprobar cuál era más útil en la predicción de la diabetes mellitus tipo 2 en pacientes mayores de edad[[9]](#footnote-9). Llegaron a la conclusión de que el modelo LightGBM es el que mejores resultados obtuvo de precisión, sensibilidad, tasa de clasificación errónea, etc. Teniendo en cuenta que la diabetes es una de las diez primeras causas de mortalidad entre la población adulta, realizar diagnósticos tempranos de forma rápida gracias a la inteligencia artificial ayudará a prevenir futuras complicaciones.

Otro buen proyecto relacionado con el uso del aprendizaje automático para predecir enfermedades es el TFG entregado por Javier Pérez Córdova en la Universidad de Cataluña[[10]](#footnote-10). En este trabajo se tratan de aplicar modelos de machine learning basados en árboles de decisión para detectar el cáncer de mama de forma menos invasiva que una mamografía. Se prueban varios métodos diferentes, obteniendo resultados más y menos óptimos, por lo que se llega a la conclusión de que serían necesarios más datos para conseguir mejores resultados de los obtenidos en dicho proyecto. Personalmente creo que sería interesante invertir en proyectos de este tipo, que ayuden a diagnosticar enfermedades como el cáncer de mama, cuya incidencia está aumentando en España, de forma indolora para los pacientes.

Otro ejemplo de uso de machine learning para ayudar, en este caso, a pacientes con párkinson, es el TFG realizado por un compañero de la carrera el curso pasado. Debido al acuerdo de colaboración entre la UBU y la Asociación Párkinson Burgos, se han llevado a cabo varios trabajos de fin de grado relacionados con esta enfermedad. En este caso se comentará el proyecto de Catalin Andrei Cacuci, estudiante de Ingeniería Informática que presentó el curso pasado un TFG titulado “Identificación de Parkinson por visión artificial”. El GitHub del proyecto es el siguiente:  
<https://github.com/cataand/tfg-paddel>.

El proyecto consistió en crear un sistema que fuera capaz de detectar, mediante visión artificial, la presencia de bradicinesia (un síntoma presente en personas con párkinson que provoca ralentización del movimiento). Los individuos debían grabar un vídeo haciendo un movimiento de pinza con los dedos índice y pulgar y el sistema detectaba esa alteración de movimiento.

En mi opinión, es un proyecto que podría llegar a ser muy útil para realizar un primer diagnóstico, especialmente tras vivir una experiencia como la pandemia que fomentó el uso de telemedicina.

Existen más TFG realizados en la UBU en colaboración con esta asociación, pero me gustaría comentar en especial el realizado por Sara González Bárcena, estudiante de Ingeniería de la Salud, que presentó el curso pasado un TFG titulado “Detección de la actividad muscular de las personas con enfermedad de Parkinson”. El GitHub del proyecto es el siguiente: <https://github.com/saragonzalezbarcena/TFG_Deteccion_Activ_Muscular>

Se incluye este proyecto en el apartado de trabajos relacionados ya que describe la realización de un sensor que analiza la marcha de pacientes con párkinson, parecido al sensor desarrollado por Sense4Care en 2020, que genera los CSV de datos que se utilizan en nuestro proyecto. En especial, el sensor desarrollado por Sara es capaz de analizar la duración del ejercicio, el número de bloqueos durante el período de actividad y, si hay un desequilibrio entre ambos lados del cuerpo del paciente. Incorpora sensores inerciales (acelerómetro y giroscopio) para detectar la información.  
Este tipo de proyectos son muy importantes ya que diseñan dispositivos muy específicos, que suelen ser poco comunes y por lo tanto costosos, pero muy útiles para ayudar al personal sanitario a diseñar terapias más precisas y personalizadas, mejorando la calidad de vida de los pacientes.

Tras comentar el contexto actual alrededor de los temas que se tratan en el proyecto, se procede a justificar resumidamente la necesidad de este.

Como se ha podido observar, las aplicaciones y aplicaciones web están a la orden del día. Son utilizadas diariamente por personas de todas las edades y en ámbitos de la vida muy variados. Específicamente en el ámbito médico se empezaron a popularizar tras la cuarentena que nos tocó vivir durante la pandemia hace unos años. Lamentablemente las personas no podían acudir al médico y por ello se detectaron enfermedades de forma tardía o no se pudieron monitorizar las enfermedades de los pacientes de forma correcta, afectando gravemente a su salud. Aplicaciones como la que se ha desarrollado en este proyecto, que permiten a pacientes y médicos llevar un seguimiento de la enfermedad de forma remota, e incluso predecir la tendencia de la enfermedad a lo largo del tiempo podrían haber sido de mucha utilidad entonces, pero también ahora.

Se han mostrado aplicaciones existentes actualmente en el mercado, que permiten a pacientes consultar sus datos médicos y otras muchas funcionalidades, pero la mayoría son en inglés y de pago. Por ello hacen falta aplicaciones web como la desarrollada, para pacientes de nuestro país, y gratuitas, siendo accesibles por todo el mundo sin importar sus recursos.

13

# Conclusiones y Líneas de trabajo futuras

Todo proyecto debe incluir las conclusiones que se derivan de su desa- rrollo. Éstas pueden ser de diferente índole, dependiendo de la tipología del proyecto, pero normalmente van a estar presentes un conjunto de con- clusiones relacionadas con los resultados del proyecto y un conjunto de conclusiones técnicas. Además, resulta muy útil realizar un informe crítico indicando cómo se puede mejorar el proyecto, o cómo se puede continuar trabajando en la línea del proyecto realizado.

15

# Bibliografía

1. Zachary J Bortolot and Randolph H Wynne. Estimating forest biomass using small footprint lidar data: An individual tree-based approach that incorporates training data. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 59(6):342–360, 2005.
2. John R. Koza. *Genetic Programming: On the Programming of Computers by Means of Natural Selection*. MIT Press, 1992.
3. Wikipedia. Latex — wikipedia, la enciclopedia libre. [https:](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=LaTeX&oldid=84209252)

[//es.wikipedia.org/w/index.php?title=LaTeX&oldid=84209252](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=LaTeX&oldid=84209252), 2015. [Internet; descargado 30-septiembre-2015].

17

1. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/parkinson-disease> [↑](#footnote-ref-1)
2. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/?term=parkinson%27s+disease> [↑](#footnote-ref-2)
3. <https://www.journalofparkinsonsdisease.com/> [↑](#footnote-ref-3)
4. <https://ubucat.ubu.es/discovery/search?query=any,contains,parkinson&tab=Everything&search_scope=MyInstitution&vid=34BUC_UBU:VU1&lang=es&offset=0> [↑](#footnote-ref-4)
5. <https://www.75health.com/> [↑](#footnote-ref-5)
6. <https://www.emrsystems.net/epic-emr-software/> [↑](#footnote-ref-6)
7. <https://www.mychart.org/Features> [↑](#footnote-ref-7)
8. <https://www.patientslikeme.com/> [↑](#footnote-ref-8)
9. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8510612> [↑](#footnote-ref-9)
10. <https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/127711/6/javipercorTFM0121memoria.pdf> [↑](#footnote-ref-10)