



Facultad de
Ciencias Sociales y
Tecnologías de la Información
Talavera de la Reina. UCLM

UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA

Implementación de Aplicación Web y Desarrollo de Técnicas de
Visualización para la Gestión y el Diagnóstico de Patologías

Sergio García Muñoz

Junio, 2024



Facultad de
Ciencias Sociales y
Tecnologías de la Información
Talavera de la Reina. UCLM

UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA

TRABAJO FIN DE GRADO

Departamento de Tecnologías y Sistemas de Información

Tecnología Específica de Web

Implementación de Aplicación Web y Desarrollo de Técnicas de
Visualización para la Gestión y el Diagnóstico de Patologías

Autor: Sergio García Muñoz

Tutor Académico: Félix Alberto Marco

Cotutor Académico: Juan Enrique Garrido Navarro

*Dedicado a mi familia y a todos
aquellos ...*

Declaración de Autoría

Yo, SERGIO GARCÍA MUÑOZ con DNI 02331832T, declaro que soy el único autor del trabajo fin de grado titulado “.....” y que el citado trabajo no infringe las leyes en vigor sobre propiedad intelectual y que todo el material no original contenido en dicho trabajo está apropiadamente atribuido a sus legítimos autores.

Talavera de la Reina, a de Junio de 2024

Fdo: Sergio García Muñoz

Resumen

El proyecto DIPAMIA (Diagnóstico de PAtologías a través del Análisis del Movimiento utilizando Inteligencia Artificial) se centra en el análisis del movimiento para diagnosticar patologías como, por ejemplo, la depresión. Uno de los elementos clave de este proyecto es la plataforma Web encargada de recoger, gestionar y mostrar la información relativa al proyecto. Esta aplicación Web será utilizada tanto por especialistas sanitarios, especialistas en movimiento, así como personal técnico que trabaje con el procesado de los datos. En última instancia, los pacientes también utilizan la plataforma para acceder a la información relativa a su intervención. En este contexto, el desarrollo de la aplicación Web es el objetivo de este Trabajo Final de Grado. Se realizará un estudio previo de las tecnologías más adecuadas para el desarrollo del proyecto. También, de cara a implementar una metodología centrada en el usuario, se realizarán entrevistas a los stakeholders con el fin de obtener la información necesaria para el desarrollo del proyecto. A continuación se analizarán las técnicas de visualización más adecuadas según los pasos previos para implementar la aplicación Web. Finalmente, se realizarán estudios de usabilidad para mejorar el uso del sistema.

Abstract

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetuer id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Agradecimientos

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Índice general

1. Introducción	1
1.1. Contexto y Motivación	1
1.2. Objetivos	2
1.3. Competencias de la Intensificación	2
1.4. Estructura del Documento	3
2. Estado del Arte	5
2.1. Metodologías de Desarrollo Software	5
2.1.1. Ciclo de Vida del Desarrollo del Software	5
2.1.2. Metodologías de Desarrollo	6
2.1.3. Metodologías Ágiles	7
2.2. Tecnología Web	8
2.2.1. Tecnología Fundamental en la Web	8
2.2.2. Aplicaciones de una Sola Página	9
2.2.3. Librerías para Visualización de Datos	12
2.2.4. Tecnología en el Lado del Servidor	13
2.2.5. API REST	15
2.2.6. Tecnología Emergente	16
2.2.7. Stacks Tecnológicos	17
2.3. Técnicas de Visualización de Datos	18
2.3.1. Técnicas de Distribución	19
2.3.2. Técnicas de Correlación	24
2.3.3. Técnicas de Ranking	27
2.3.4. Técnicas de Parte de un Todo	32
2.3.5. Técnicas de Evolución	34
2.3.6. Otras Técnicas	37
2.4. Interacción Persona-Ordenador	39

2.4.1. Concepto de la IPO	39
2.4.2. Experiencia de Usuario	39
2.4.3. Usabilidad	40
3. Propuesta de Solución	43
3.1. Aplicación Web	43
3.1.1. Arquitectura MVC	43
3.1.2. Tecnología SPA	44
3.1.3. Usabilidad como Características Clave	45
3.1.4. Marco Tecnológico	46
3.2. Metodología de Desarrollo	48
3.2.1. Justificación	48
3.2.2. Scrum	49
3.2.3. Adaptación	51
3.3. Herramientas	52
3.3.1. Gestión de Proyecto	53
3.3.2. Documentación	54
3.3.3. Desarrollo	54
4. Resultado	57
4.1. Funcionalidades del Sistema	57
4.2. Arquitectura del Sistema	59
4.3. Guía de Utilización	60
4.3.1. Instalación	60
4.3.2. Rol de Administrador	60
4.3.3. Rol de Médico	60
4.4. Análisis de Técnicas de Visualización Utilizadas	60
4.5. Compatibilidad del Sistema	60
5. Evaluación del Sistema	61
5.1. Introducción de la Evaluación	61
5.2. Presentación de los Resultados	61
5.2.1. Descripción del Sistema	61
5.2.2. Objetivos de la Evaluación	61
5.2.3. Participantes	61
5.2.4. Descripción de las Tareas	61
5.2.5. Diseño Experimental	61

5.2.6. Métricas de Usabilidad	61
5.2.7. Resultados	61
5.3. Resumen de la Evaluación	61
6. Conclusiones	63
6.1. Revisión de los Objetivos	63
6.2. Competencias Adquiridas	63
6.3. Trabajo Futuro	63
Bibliografía	65
Anexo A. Desarrollo del Sistema	71
A.1. Stakeholders Identificados	71
A.2. Fase Inicial	72
A.2.1. Primera reunión	72
A.2.2. Segunda reunión	72
A.2.3. Tercera reunión	72
A.3. Sprint 1	73
A.3.1. Planificación del Sprint	73
A.3.2. Desarrollo del Sprint	73
A.3.3. Revisión del Sprint	73
A.3.4. Retrospectiva del Sprint	74
A.4. Sprint 2	74
A.4.1. Planificación del Sprint	74
A.4.2. Desarrollo del Sprint	75
A.4.3. Revisión del Sprint	75
A.4.4. Retrospectiva del Sprint	75
A.5. Sprint 3	75
A.5.1. Planificación del Sprint	76
A.5.2. Desarrollo del Sprint	77
A.5.3. Revisión del Sprint	77
A.5.4. Retrospectiva del Sprint	77
A.6. Sprint 4	77
A.6.1. Planificación del Sprint	77
A.6.2. Desarrollo de Sprint	79
A.6.3. Revisión Sprint	79
A.6.4. Retrospectiva del Sprint	80

A.7. Sprint 5	80
A.7.1. Planificación del Sprint	81
A.7.2. Desarrollo de Sprint	81
A.7.3. Revisión Sprint	82
A.7.4. Retrospectiva del Sprint	83
A.8. Sprint 6	83
A.8.1. Planificación del Sprint	84
A.8.2. Desarrollo de Sprint	85
A.8.3. Revisión Sprint	85
A.8.4. Retrospectiva del Sprint	85
A.9. Sprint 7	85
A.9.1. Planificación del Sprint	86
A.9.2. Desarrollo de Sprint	87
A.9.3. Revisión Sprint	89
A.9.4. Retrospectiva del Sprint	89
A.10.Sprint 8	89
A.10.1.Planificación del Sprint	89
A.10.2.Desarrollo de Sprint	91
A.10.3.Revisión Sprint	93
A.10.4.Retrospectiva del Sprint	93
A.11.Sprint 9	94
A.11.1.Planificación del Sprint	94
A.11.2.Desarrollo de Sprint	95
A.11.3.Revisión Sprint	95
A.11.4.Retrospectiva del Sprint	95
A.12.Sprint 10	95
A.12.1.Planificación del Sprint	95
A.12.2.Desarrollo de Sprint	96
A.12.3.Revisión Sprint	96
A.12.4.Retrospectiva del Sprint	96
A.13.Sprint 11	96
A.13.1.Planificación del Sprint	96
A.13.2.Desarrollo de Sprint	96
A.13.3.Revisión Sprint	96
A.13.4.Retrospectiva del Sprint	97
A.14.Sprint 12	97

A.14.1. Planificación del Sprint	97
A.14.2. Desarrollo de Sprint	97
A.14.3. Revisión Sprint	97
A.14.4. Retrospectiva del Sprint	97
Anexo B. Entrevistas	99
B.1. Primera Entrevista	99
B.1.1. Guión de Preguntas	99
B.1.2. Conclusiones	100
B.2. Segunda Entrevista	101
B.2.1. Preguntas clave durante la entrevista	101
B.2.2. Conclusiones	102
Anexo C. Diagramas	103
C.1. Diagrama de Despliegue	103
C.2. Diagrama de Base de Datos	103
C.3. Diagrama de Secuencia para Iniciar Sesión	104
C.4. Diagrama de Secuencia para Crear un Paciente	104
C.5. Diagrama de Actividad para Crear una Prueba	104
Anexo D. Prototipos	109
D.1. Prototipo No Interactivo	109
D.1.1. Ventana de Inicio de Sesión	109
D.1.2. Ventana de Inicio de Médicos	109
D.1.3. Ventanas de Listas de Médicos y Pacientes	109
D.1.4. Ventanas Modales para Administrar Pacientes	109
D.1.5. Ventana de Lista de Pruebas	113
D.1.6. Ventana Modal de Adicción de Prueba	113
D.1.7. Ventana de Análisis de Pruebas	113
D.1.8. Ventana de Análisis de Evolución	113
D.2. Prototipo Interactivo	116
Anexo E. Estudio de Técnicas de Visualización de Datos	117
E.1. Visualización del Tiempo de Vídeo	117
E.2. Evaluación de Calidad de Movimiento	118
E.3. Análisis Conjunto	118
E.4. Distribución de Ángulos	118
E.5. Correlación entre Ángulos	118

E.6. Evolución del Paciente	118
---------------------------------------	-----

Índice de figuras

2.1. TypeScript vs JavaScript	9
2.2. Flujo de una SPA	9
2.3. Enrutado en el lado del servidor	10
2.4. Enrutado en el lado del cliente	11
2.5. Despliegue con docker vs con maquinas virtuales [16]	17
2.6. Histograma [36]	20
2.7. Gráfico de densidad [36]	21
2.8. Componentes del diagrama de caja y bigotes [41]	21
2.9. Diagrama de caja y bigotes [36]	22
2.10. Diagrama de caja y bigotes con “ <i>jitter</i> ” [36]	22
2.11. Diagrama de violin [36]	23
2.12. Diagrama de dispersión [36]	24
2.13. Gráfico de burbujas [36]	25
2.14. Mapa de calor [36]	26
2.15. Gráfico de barras [36]	28
2.16. Gráfico lollipop [36]	29
2.17. Gráfico de barras circular [36]	30
2.18. Gráfico radial [36]	31
2.19. Gráfico de tarta [36]	32
2.20. Gráfico de barras apiladas [36]	33
2.21. Mapa de árbol [36]	33
2.22. Diagrama de sol [36]	34
2.23. Gráfica de línea [36]	35
2.24. Gráfica de área [36]	36
2.25. Gráfica de área apilada [36]	36
2.26. Mapa [36]	37
2.27. Diagrama de cuerdas [36]	38

2.28.Flujo de la disciplina de la IPO [25]	40
3.1. Arquitectura MVC	44
3.2. Arquitectura tecnológica	47
3.3. Flujo de la metodología Scrum [73]	52
3.4. Plantilla utilizada para la creación del BC	53
4.1. Diagrama de casos de uso	58
4.2. Diagrama de clases ilustrando una arquitectura MVC	59
A.1. BC del Sprint 1	74
A.2. BC del Sprint 2	76
A.3. BC del Sprint 3	78
A.4. BC del Sprint 4	80
A.5. BC del Sprint 5	83
A.6. BC del Sprint 6	86
A.7. MVP desarrollado durante el Sprint 7	88
A.8. BD del MVP en la herramienta MongoDB Compass	88
A.9. BC del Sprint 7	90
A.10.Lista de pacientes del MVP	92
A.11.Menú de creación de paciente del MVP	92
A.12.BC del Sprint 8	93
C.1. Diagrama de despliegue	103
C.2. Diagrama de base de datos	105
C.3. Diagrama de secuencia de inicio de sesión con exito	106
C.4. Diagrama de secuencia de creación de un paciente con exito	106
C.5. Diagrama de actividad para crear una prueba	108
D.1. Ventana de inicio de sesión	110
D.2. Ventana de inicio de médicos	110
D.3. Ventana de lista de médicos y pacientes	111
D.4. Ventanas modales para administrar pacientes	112
D.5. Ventana de lista de pruebas	113
D.6. Ventana modal de adicción de prueba	114
D.7. Ventana de análisis de pruebas	115
D.8. Ventana de análisis de evolución de probabilidad	115
D.9. Ventana de análisis de evolución del grado del problema	116

E.1. Gráfica de línea según tiempo de vídeo	117
E.2. Gráficas según porcentaje de calidad de movimiento	119
E.3. Gráficas según el conjunto del porcentaje de calidad de movimiento	120
E.4. Gráficas según distribución de ángulos en vídeo	121
E.5. Gráficas según relaciones de ángulos en vídeo	122
E.6. Gráficas según evolución del paciente	123
E.7. Gráfica radial según evolución del paciente en porcentaje de calidad de movimiento	123

Índice de Tablas

2.1. Tecnología en relación al capítulo 2.2	18
A.1. PB del Sprint 1	73
A.2. SB del Sprint 1	73
A.3. PB del Sprint 2	75
A.4. SB del Sprint 2	75
A.5. PB del Sprint 3	76
A.6. SB del Sprint 3	77
A.7. PB del Sprint 4	78
A.8. SB del Sprint 4	79
A.9. PB del Sprint 5	81
A.10.SB del Sprint 5	81
A.11.PB del Sprint 6	84
A.12.SB del Sprint 6	84
A.13.PB del Sprint 7	86
A.14.SB del Sprint 7	87
A.15.PB del Sprint 8	90
A.16.SB del Sprint 8	91
A.17.PB del Sprint 9	94
A.18.SB del Sprint 9	95

Índice de Listados

A.1. Archivo makefile antes del cambio	82
A.2. Archivo makefile después del cambio	82

Acrónimos

AJAX Asynchronous JavaScript and XML (JavaScript y XML asincrónicos)

API Application Programming Interface (Interfaz de Programación de Aplicaciones)

API Application Programming Interface (Interfaz de Programación de Aplicaciones)

API REST Representational State Transfer Application Programming Interface (Interfaz de Programación de Aplicaciones Representacional del Estado Transferido)

BC Burndown Chart

BD Base de Datos

CRUD Create, Read, Update and Delete (Crear, Leer, Actualizar, Borrar)

CSS Cascading Style Sheets (Hojas de Estilo en Cascada)

DOM Document Object Model (Modelo de Objeto de Documento)

HTML HyperText Markup Language (Lenguaje de Marcas de Hipertexto)

HTTP Hypertext Transfer Protocol (Protocolo de Transferencia de Hipertexto)

HU Historia de Usuario

IPO Interacción Persona-Ordenador

ISO International Organization for Standardization (Organización Internacional de Normalización)

MVC Model-View-Controller (Modelo-Vista-Controlador)

MVP Minimum Viable Product (Producto Mínimo Viable)

NoSQL Not Only Structured Query Language (No Solo Lenguaje de Consulta Estructurada)

PB Product Backlog

PWA Progressive Web Applications (Aplicaciones Web Progresivas)

REST Representational State Transfer (Representacional del Estado Transferido)

SB Sprint Backlog

SIGCHI Special Interest Group on Computer-Human Interaction (Grupo de Interés Especial sobre la Interacción Persona-Ordenador)

SO Sistema Operativo

SPA Single Page Application (Aplicaciones de una Sola Página)

TFG Trabajo Final de Grado

URL Uniform Resource Locator (Localizador de Recursos Uniforme)

Wasm WebAssembly

Capítulo 1

Introducción

Este proyecto tiene como meta principal la creación de una aplicación Web dedicada a la gestión y diagnóstico de patologías, con un enfoque especial en la fibromialgia. La aplicación busca presentar la información de manera efectiva mediante el uso de técnicas de visualización.

La implementación de esta aplicación tiene como objetivo principal centrarse en el FrontEnd, destacando la importancia de la capa visual y funcional; y abstrayéndose de la capa del servidor. Esta decisión busca asegurar que la interfaz ofrezca una representación clara y efectiva de la información médica, facilitando el análisis y diagnóstico de diversas patologías.

Antes de profundizar en los detalles del proyecto, es crucial presentar el contexto y la motivación detrás de este, así como los objetivos, las competencias de la intensificación y la estructura del documento.

1.1. Contexto y Motivación

Como estudiante de Ingeniería Informática, mi experiencia previa ha abarcado diversas herramientas y lenguajes de programación, pero he sentido un particular interés por el desarrollo interactivo en el FrontEnd, un área en la que he tenido menos oportunidades de trabajar hasta este último año de la carrera.

La motivación para este proyecto surge no solo de mi interés en el desarrollo web, sino también de la relevancia social y médica que aborda. Después de todo, la fibromialgia es una enfermedad crónica, la cual puede tener un impacto significativo en la calidad de vida de millones de personas en todo el mundo. Los síntomas debilitantes pueden afectar la capacidad de llevar a cabo actividades diarias, influenciando también la salud mental y emocional de quienes la padecen.

Es en este contexto, donde se origina el proyecto DiPAMIA (Sistema de Gestión y Diagnóstico de

Patologías basado en el Análisis de Movimiento a través de Inteligencia Artificial). Como indica su nombre, la premisa fundamental de este sistema es utilizar la inteligencia artificial para detectar patologías mediante el análisis del movimiento, ofreciendo una herramienta eficaz y no invasiva para el diagnóstico y seguimiento de condiciones de salud mental.

Para que este sistema sea accesible y útil, es esencial desarrollar una aplicación Web eficiente y amigable. Aquí es donde entra en juego la tecnología Web del lado del cliente y por consiguiente el desarrollo de este proyecto. Después de todo, la interfaz de usuario desempeña un papel crucial en el éxito de cualquier herramienta tecnológica, pues actúa como la ventana a través de la cual los usuarios interactúan con la información y funcionalidades proporcionadas. Además, la visualización de datos es esencial para presentar de manera clara y comprensible los resultados del análisis de movimiento, permitiendo a profesionales de la salud y pacientes tomar mejores decisiones.

1.2. Objetivos

El objetivo principal es la **implementación de una aplicación Web y el desarrollo de técnicas de visualización para la gestión y el diagnóstico de patologías**. Para alcanzar este objetivo se proponen los siguientes subobjetivos:

- **O1:** Estudio de las tecnologías Web
- **O2:** Estudio de técnicas de visualización en la Web
- **O3:** Obtención de las necesidades de los “stakeholders” del sistema
- **O4:** Desarrollo de la Aplicación Web de Soporte
- **O5:** Propuesta e implementación de técnicas de visualización
- **O6:** Evaluación de técnicas de visualización
- **O7:** Estudio de usabilidad y validación de la aplicación

1.3. Competencias de la Intensificación

Además de los objetivos mencionados previamente, también se pretende hacer uso de las competencias de la intensificación cursada, en este caso de “Ingeniería de Informática de Sistemas de Información”. Las siguientes son algunas de estas competencias:

- **BA5:** Conocimiento de la estructura, organización, funcionamiento e interconexión de los sistemas informáticos, los fundamentos de su programación, y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería [81].

- **CO8:** Capacidad para analizar, diseñar, construir y mantener aplicaciones de forma robusta, segura y eficiente, eligiendo el paradigma y los lenguajes de programación más adecuados [81].
- **CO13:** Conocimiento y aplicación de las herramientas necesarias para el almacenamiento, procesamiento y acceso a los Sistemas de información, incluidos los basados en Web [81].
- **CO16:** Conocimiento y aplicación de los principios, metodologías y ciclos de vida de la ingeniería de software [81].

1.4. Estructura del Documento

Para concluir este primer capítulo de introducción, se presenta a continuación la estructura detallada del documento:

1. **Introducción:** Se brinda una visión inicial del proyecto, donde se presenta la motivación que impulsó su desarrollo, así como los objetivos y competencias del mismo.
2. **Estado del arte:** Se lleva a cabo un análisis exhaustivo de las diferentes metodologías de desarrollo, tecnologías web y técnicas de visualización relevantes en el campo.
3. **Propuesta de solución:** Se presenta la propuesta para la creación de la aplicación Web, detallando la metodología a seguir, las herramientas a utilizar en su desarrollo, así como las técnicas de visualización.
4. **Resultado:** Se muestra el producto final de la creación de la aplicación Web, acompañado de distintas capturas de pantalla que muestran su funcionalidad y diseño.
5. **Evaluación del sistema:** Se realiza una evaluación crítica del resultado final de la aplicación Web, analizando su usabilidad y eficacia.
6. **Conclusiones:** Se presentan las conclusiones finales del proyecto, incluyendo la verificación de si se han alcanzado los objetivos establecidos inicialmente.

Finalmente, se encuentra la **Bibliografía**, donde se enumeran las diversas fuentes de información consultadas y utilizadas durante la realización del proyecto. Además, se incluyen los respectivos **Anexos** que complementan y enriquecen la información presentada en el documento.

Capítulo 2

Estado del Arte

En el contexto del desarrollo de una aplicación Web, es esencial considerar diversos factores, incluyendo la metodología de desarrollo, las herramientas y tecnologías disponibles y la usabilidad de la aplicación. A continuación, es realizado un análisis que abarca todas estas áreas con el propósito de determinar las mejoras prácticas y enfoques para implementar durante el proyecto.

2.1. Metodologías de Desarrollo Software

Para que un software, como es una aplicación Web, llegue a producción debe pasar por un proceso de desarrollo de software, conocido también como “ciclo de vida del desarrollo del software”. A su vez, para organizar este ciclo es necesario utilizar cierta metodología de desarrollo. En este apartado es realizado un análisis de las distintas fases de dicho proceso, además de las metodologías más destacadas.

2.1.1. Ciclo de Vida del Desarrollo del Software

El ciclo de vida del desarrollo de software es un proceso estructurado que abarca desde la concepción de un proyecto hasta su despliegue y mantenimiento. A lo largo de este ciclo, se llevan a cabo una serie de fases y actividades. Cada fase del ciclo de vida del desarrollo de software tiene sus propios objetivos y entregables específicos. Este normalmente está dividido en las siguientes fases, tal y como expone Clark [13].

- **Planificación y análisis:** Se elabora un plan que describe en detalle cómo se dará vida al proyecto desde la idea hasta la realización.
- **Definición de requisitos:** Se recopilan los diferentes requisitos para la aplicación final.
- **Diseño:** Se elabora un documento de diseño de software que incluye el diseño del sistema.

ma, los lenguajes de programación, las plantillas, la plataforma a utilizar y las medidas de seguridad de la aplicación.

- **Desarrollo:** Se transforman los requisitos en código para desarrollar la propia aplicación.
- **Pruebas:** Se realizan pruebas de validación para asegurar que esté funcionando correctamente y haga lo que debe hacer.
- **Despliegue:** Se entrega al usuario final.
- **Mantenimiento:** Se arreglan los diferentes errores que encuentren los usuarios, teniendo que volver a la primera fase del ciclo si fuera necesario.

Una vez se conoce el ciclo de desarrollo, es esencial saber cómo organizar el mismo. Para ello, en el siguiente punto se analizan las diferentes metodologías de desarrollo.

2.1.2. Metodologías de Desarrollo

Para organizar cada una de las fases, como se ha mencionado previamente, es necesario implementar una metodología de desarrollo, con el fin de aumentar la productividad y la calidad del software. A continuación, se detallan algunas de las metodologías más destacadas, tal y como expone Alona [3].

- **Cascada:** Se trata de una de las metodologías más antiguas. En este caso, las fases de desarrollo se realizan de una manera secuencial, es decir, una fase comienza solo cuando termina la fase anterior. Aunque esto hace que la estructura sea más clara y fácil de entender, tiene la desventaja de ser poco flexible y adaptable a los cambios de los requisitos, que tan a menudo se ve en un desarrollo de software.
- **Iterativa:** Esta metodología divide el proyecto en pequeñas partes, y cada parte es desarrollada, probada e implementada de manera iterativa. Cada una de estas iteraciones agrega funcionalidad al software.
- **En V:** En esta metodología se relaciona cada fase de desarrollo con su fase de pruebas correspondiente. De esta manera, pone un gran énfasis en la validación temprana de requisitos y la calidad del software. No obstante, similar a la metodología en cascada, su enfoque lineal puede resultar inflexible frente a cambios en los requisitos.
- **Espiral:** Se trata de una metodología que mezcla los elementos de la planificación en cascada con la flexibilidad de las metodologías ágiles. Utiliza ciclos repetitivos incluyendo planificación, evaluación de riesgos, ingeniería y evaluación del cliente. Aunque es bastante efectivo en la gestión de riesgos, puede acabar resultando muy complejo de gestionar, además de requerir más tiempo y recursos que otras metodologías.
- **Big bang:** Esta metodología tiene un enfoque único en el que los desarrolladores se lanzan directamente a la codificación sin mucha planificación. Esto significa que los requisitos

se implementan a medida que aparecen, es decir, sin ningún tipo de hoja de ruta clara. Sin embargo, a la hora de necesitar realizar algún cambio, puede llegar a requerir una renovación completa del software.

- **Ágil:** Esta metodología organiza las fases del ciclo de vida en varios ciclos de desarrollo, de forma que el equipo realiza pequeños cambios de software incrementales en cada uno de estos ciclos. Esto lo hace ideal para proyectos de desarrollo de software que requieran flexibilidad y capacidad de adaptarse a los cambios con el tiempo.

Al final, la elección de la metodología de desarrollo de software es esencial para el éxito del proyecto y debe ajustarse a las particularidades del mismo. Cada enfoque tiene sus propias fortalezas y debilidades. Sin embargo, la metodología ágil puede ser la que más destaque para el desarrollo de software debido a su agilidad, ciclos cortos de desarrollo y capacidad para adaptarse a cambios en los requisitos. En el siguiente punto, se analizará algunas de las metodologías ágiles más utilizadas en la actualidad.

2.1.3. Metodologías Ágiles

Como ya se ha mencionado las metodologías ágiles son las que más destacan en la actualidad debido a su flexibilidad para adaptarse a los cambios. A continuación, son analizadas tres de las más usadas hoy en día, tal y como expone Espírito [18]:

- **Extreme programming:** Consiste en una metodología ágil que se centra en la mejora continua y la respuesta rápida a los cambios en los requisitos. Para ello, pone énfasis en la retroalimentación constante y la comunicación abierta, destacando prácticas como la programación en parejas, pruebas unitarias continuas y entregas frecuentes.
- **Kanban:** Con origen en la manufactura, esta metodología ágil se ha conseguido aplicar con éxito al desarrollo de software. Se basa principalmente en la visualización del flujo de trabajo mediante el uso de tableros Kanban, representando cada tarea mediante tarjetas que se mueven a través de columnas que representan diferentes estados del proceso. A pesar de la mejora continua y flexibilidad que ofrece, se puede notar la ausencia de una estructura para roles y eventos, lo que dificulta la gestión de proyectos más grandes.
- **Scrum:** Muy conocido y usado en la actualidad. En Scrum, los ciclos de desarrollo se llaman “sprints”, que generalmente duran entre dos y cuatro semanas. Además, utiliza roles definidos claramente como el Scrum Master, el Product Owner y el equipo de desarrollo. También, se enfoca en la entrega iterativa de incrementos de software y gracias a su énfasis en la comunicación constante y adaptabilidad al cambio se ha convertido en una elección popular en el desarrollo de proyectos software, como es el caso de la implementación de una aplicación Web.

Nuevamente, la elección de la metodología dependerá de las características del proyecto. Siendo en este caso, Scrum la que más destaca entre todas ellas. Sin embargo, una vez se conoce el proceso y las diferentes metodologías del desarrollo de software, es esencial conocer la tecnología Web que se puede utilizar para el desarrollo de dicho software, la cual se detalla en el siguiente punto.

2.2. Tecnología Web

En el proceso de implementación de una aplicación Web, resulta esencial no solo seguir una metodología específica, sino también utilizar la diversa tecnología Web disponible. Este campo de estudio abarca un extenso conjunto de herramientas, estándares y prácticas que han sido utilizados en el desarrollo, implementación y mantenimiento de aplicaciones y sitios Web. Desde los aspectos del lado del cliente hasta los del servidor, este panorama tecnológico tiene como objetivo primordial mejorar la experiencia del usuario y optimizar la eficiencia en el desarrollo. A continuación, se profundiza en todas estas tecnologías.

2.2.1. Tecnología Fundamental en la Web

Dentro del desarrollo Web, los lenguajes de marcado y de programación fundamentales están compuestos por la tríada formada de **HTML**, **CSS** y **JavaScript**. Siendo este último extendido mediante *TypeScript*. A continuación, se realiza una breve explicación de cada uno de estos lenguajes, tal y como exponen Mozilla [58] [57] y Cherni [12].

- **HTML:** Lenguaje de marcado estándar utilizado para estructurar el contenido de las páginas Web. Define la jerarquía y organización de los elementos en una página.
- **CSS:** Lenguaje de estilo que complementa a **HTML**. Permite definir el diseño, la presentación y la apariencia visual de los elementos **HTML**, proporcionando control sobre colores, tipografías y disposición.
- **JavaScript:** Se trata del lenguaje de programación del lado del cliente que permite la creación de interactividad en las páginas Web. Es esencial para manipular el **DOM** y responder a eventos del usuario.
- **TypeScript [46]:** Es un lenguaje de programación fuertemente tipado que se basa en JavaScript. A diferencia de este último, TypeScript añade un sistema de tipos estático, proporcionando beneficios como la detección temprana de errores y una mejor mantenibilidad en proyectos a gran escala. Esta diferencia se puede ver ilustrada en la Figura 2.1.

Una vez se conoce la tecnología fundamental en la Web, en el siguiente punto se explica el concepto de las **SPA**, así como los diferentes frameworks más utilizados para desarrollar dichas

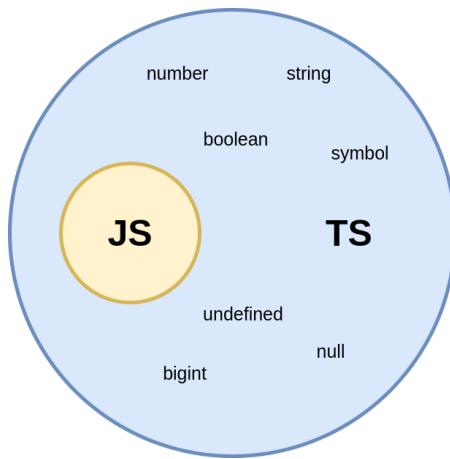


Figura 2.1: TypeScript vs JavaScript

aplicaciones.

2.2.2. Aplicaciones de una Sola Página

Una **SPA**, como expone Holmes en [35], es una aplicación que opera dentro del navegador y no requiere recargar la página durante su uso, a diferencia de una aplicación de múltiples páginas.

Para desarrollar una **SPA**, se emplea la técnica de desarrollo conocida como **AJAX**, como describe Mozilla [56].

La técnica **AJAX**, ilustrada en la Figura 2.2, implica que la aplicación Web solicite contenido al servidor mediante peticiones **HTTP** asíncronas, y luego utilice este nuevo contenido para actualizar las secciones relevantes de la página sin necesidad de recargarla por completo, lo que significa que solo se necesita solicitar el **HTML** y el **CSS** en la petición inicial.

Inicialmente, **AJAX** se implementaba mediante la interfaz **XMLHttpRequest**, pero en la actualidad, son más comunes el uso de la **API fetch** [60] y la biblioteca **Axios** [82].

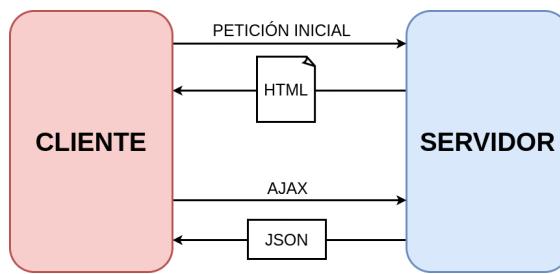


Figura 2.2: Flujo de una SPA

Por otro lado, como expone Rivera [72], es importante entender la diferencia entre el enrutado

tradicional conocido como “enrutado en el lado del servidor”, y el enrutado empleado en una **SPA** conocido como “enrutado en el lado del cliente”.

En el enrutado en el lado del servidor, cada vez que el usuario hace click en un nuevo enlace, el navegador pide al servidor una página completamente nueva, tal y como se ilustra en la Figura 2.3.

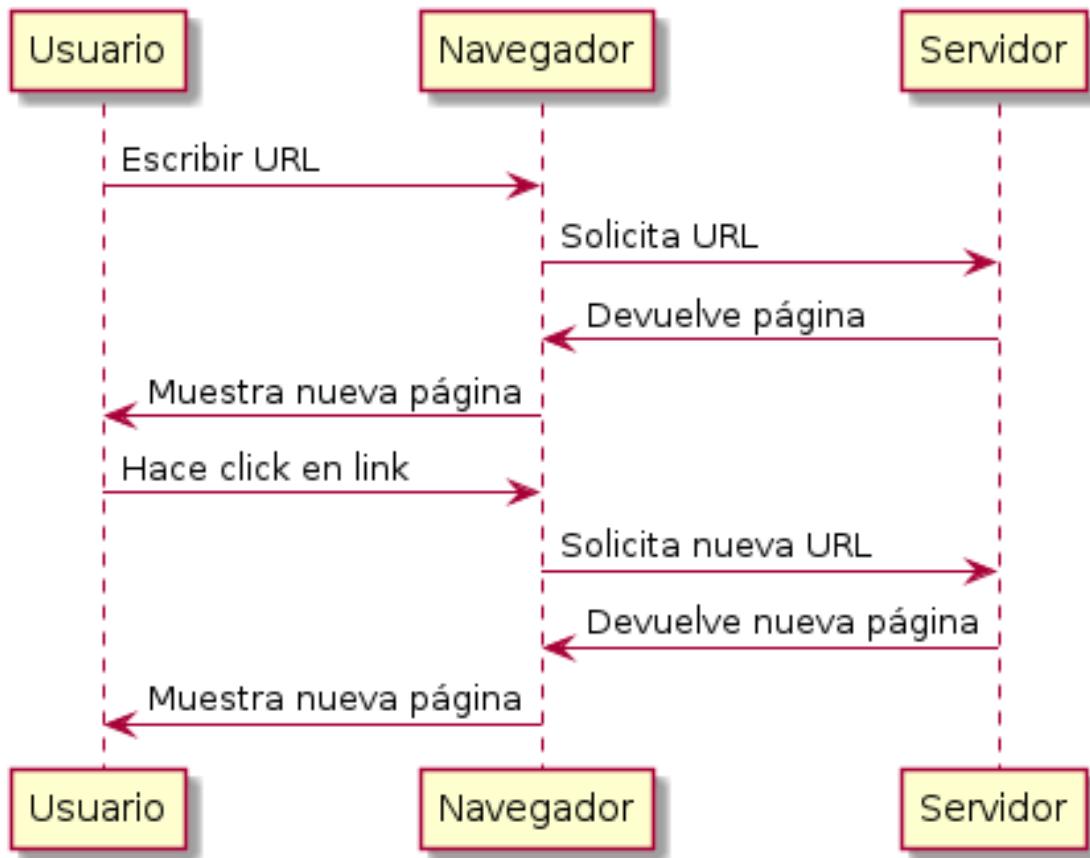


Figura 2.3: Enrutado en el lado del servidor

Por otro lado, en el enrutado en el lado del cliente, cuando el usuario hace click en un nuevo enlace, el navegador renderiza el nuevo contenido en la misma página, pero a la vez simula un cambio en la **URL** con el fin de otorgar feedback al usuario. La Figura 2.4 ilustra este tipo de enrutado.

Finalmente, para desarrollar una **SPA**, se utilizan frameworks que complementan a la tecnología fundamental de la Web mencionada en el punto anterior. A continuación, se presentan cuatro de estos frameworks, tal y como expone Baryshevskiy [6]: *React*, *Angular*, *Vue* y *Svelte*.

- **React [20]:** Desarrollado por Facebook, *React* es una biblioteca de JavaScript que se centra en la construcción de interfaces de usuario reactivas y eficientes. Su enfoque en la

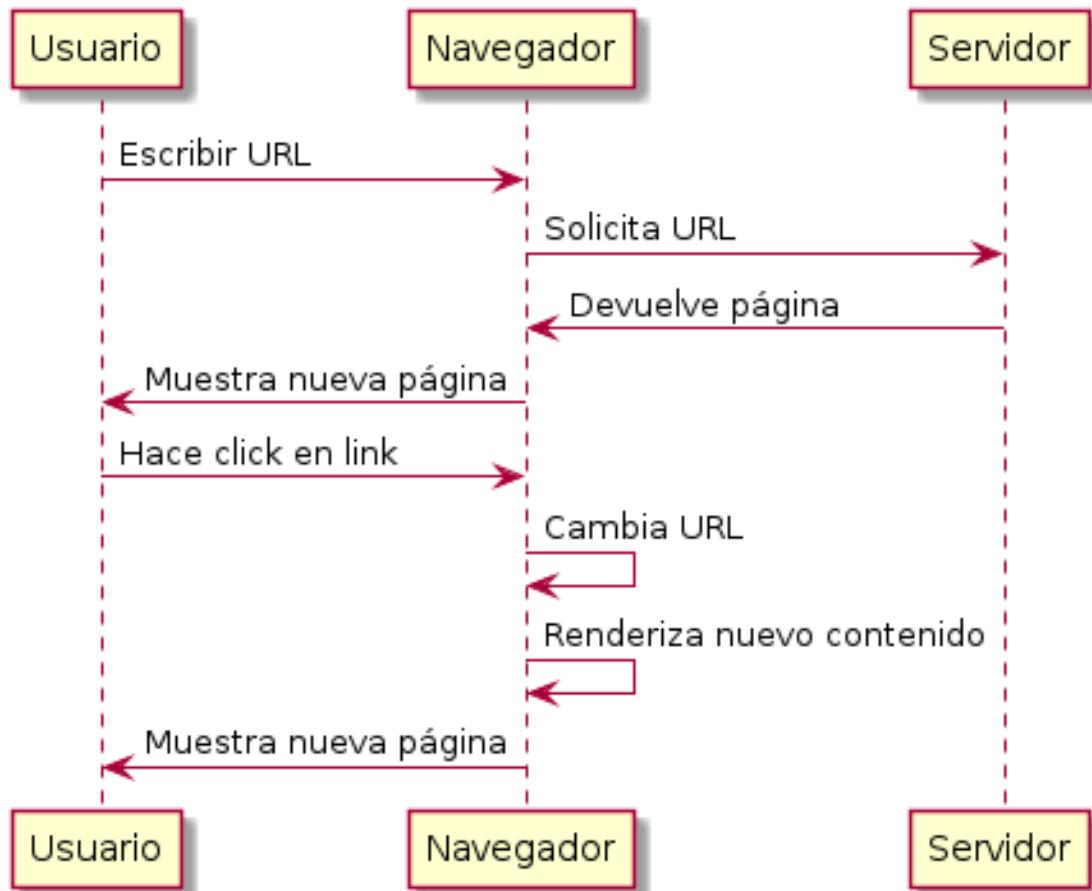


Figura 2.4: Enrutado en el lado del cliente

creación de componentes modulares y su capacidad para gestionar el estado de manera efectiva lo convierten en una elección popular para aplicaciones dinámicas y escalables.

- **Angular [22]:** Respaldado por *Google*, es un framework completo de desarrollo que abarca desde la creación de componentes hasta la gestión del estado y el enrutamiento. Su estructura robusta y su integración con *TypeScript* ofrecen un enfoque amplio para el desarrollo de **SPAs**, siendo especialmente adecuado para proyectos empresariales complejos.
- **Vue.js [85]:** Se trata de un framework progresivo de *JavaScript* que destaca por su simplicidad y flexibilidad. Su diseño modular facilita la integración gradual en proyectos existentes, y su curva de aprendizaje suave lo convierte en una opción popular para desarrolladores que buscan una alternativa accesible y potente.
- **Svelte [29]:** Adopta un enfoque diferente al trasladar gran parte del trabajo de construcción a tiempo de compilación. Esto resulta en aplicaciones más livianas y rápidas en tiempo de ejecución. Su sintaxis sencilla y su rendimiento eficiente lo hacen atractivo para desarrolladores que buscan una alternativa innovadora y eficaz en la construcción de **SPAs**.

Una vez presentadas las **SPA** y los diferentes frameworks, en el siguiente punto se detallaran las librerías más utilizadas hoy en día para visualizar datos en la Web.

2.2.3. Librerías para Visualización de Datos

Diversas librerías han surgido para facilitar la creación de visualizaciones atractivas e interactivas, después de todo la visualización de datos desempeña un papel fundamental en la comprensión y comunicación efectiva de información en entornos Web. A continuación, son presentadas algunas de las librerías más destacadas, tal y como expone Majorek [42]:

- **D3.js [8]:** Destaca como una herramienta poderosa para la manipulación basada en datos en documentos . Su capacidad para crear visualizaciones altamente personalizables e interactivas lo convierte en una opción popular para desarrolladores que buscan flexibilidad en la representación gráfica de datos complejos.
- **Three.js [9]:** Aunque inicialmente diseñada para gráficos 3D, Three.js puede ser aprovechada para visualizaciones de datos tridimensionales impactantes. Su capacidad para crear experiencias visuales inmersivas lo convierte en una elección interesante para proyectos ambiciosos.
- **Chart.js [17]:** Aporta una solución simple y fácil de usar, ofreciendo una variedad de gráficos, como barras, líneas y radar. Esta librería en *JavaScript* permite a los desarrolladores incorporar rápidamente visualizaciones atractivas en sus aplicaciones Web.
- **ECharts [4]:** Ofrece una amplia variedad de gráficos, incluyendo líneas, barras, dispersión y mapas, entre otros. La capacidad de Echarts para manejar grandes conjuntos de datos

y su enfoque en la interactividad hacen que sea una elección sólida para proyectos que requieren visualizaciones dinámicas y atractivas.

- **Highcharts [34]:** Con una amplia gama de opciones de personalización, Highcharts simplifica la creación de gráficos interactivos. Esta librería en JavaScript es adecuada para proyectos que buscan una solución robusta y fácil de implementar.
- **React-Vis [80]:** Diseñada específicamente para trabajar con *React*, *React-Vis* proporciona componentes listos para usar que facilitan la incorporación de visualizaciones de datos en aplicaciones *React*. Es una elección eficiente para proyectos que utilizan este marco de trabajo.

Una vez se conoce tanto los fundamentos de la Web, las **SPA** y las diferentes librerías para visualizar datos, en el siguiente punto se explicará la diversa tecnología que existe en el lado del servidor.

2.2.4. Tecnología en el Lado del Servidor

En el lado del servidor, se puede encontrar un ecosistema diverso de lenguajes de programación, cada uno acompañado de sus propios frameworks, además de la presencia crucial de las bases de datos. En este análisis, se explora detenidamente cada una de estas áreas tecnológicas.

Por un lado, los lenguajes de programación, los cuales desempeñan un papel significativo, definiendo la estructura y el rendimiento de las aplicaciones. Se destacan principalmente cuatro lenguajes, tal y como expone Osadchuk [66]: *JavaScript*, *Python*, *Ruby* y *PHP*.

- **JavaScript:** Se trata de un lenguaje de programación versátil y ampliamente utilizado que funciona tanto en el lado del cliente como en el lado del servidor. En el contexto del desarrollo del lado del servidor, se emplea en el entorno de ejecución **Node.js [14]**, que utiliza el motor V8 de *Google Chrome*. *JavaScript* es destacado por su capacidad para manejar operaciones de entrada/salida de manera eficiente y su naturaleza asíncrona, lo que lo hace ideal para aplicaciones escalables y basadas en eventos, como aplicaciones Web en tiempo real.
- **Python [75]:** Consiste en un lenguaje versátil y de alto nivel que enfatiza la legibilidad del código y la productividad del programador. Con una sintaxis clara y concisa, *Python* es utilizado en una amplia gama de aplicaciones, desde desarrollo Web hasta inteligencia artificial y análisis de datos.
- **Ruby [44]:** Es conocido por su elegancia y simplicidad, priorizando la productividad del desarrollador. Aunque es menos ubicuo que otros lenguajes, ha ganado popularidad gracias a su enfoque en la facilidad de uso y la creación de código conciso y expresivo.
- **PHP:** Se trata de un lenguaje de scripting especialmente diseñado para el desarrollo Web.

Ampliamente utilizado para construir aplicaciones Web dinámicas, *PHP* se integra fácilmente con **HTML** y se ejecuta en el lado del servidor.

Estos lenguajes, aunque poderosos por sí mismos, se ven potenciados cuando se combinan con frameworks específicos. Cada uno de los mencionados tiene su conjunto de frameworks que agilizan y estructuran el proceso de desarrollo. A continuación, se explora un framework representativo para cada uno de estos lenguajes respectivamente, tal y como expone nuevamente Osadchuk [66]: *Express*, *Django*, *Ruby on Rails* y *Laravel*.

- **Express.js [64]**: Es un framework para Node.js que simplifica el desarrollo de aplicaciones Web y **APIs**. Con un enfoque minimalista, permite la creación rápida de servidores y rutas, facilitando la construcción de aplicaciones robustas con *JavaScript* del lado del servidor.
- **Django [15]**: Es un framework de alto nivel para *Python*, diseñado para maximizar la eficiencia y la reutilización del código. Con un conjunto integrado de herramientas y una arquitectura basada en el patrón de diseño **MVC**, *Django* simplifica la creación de aplicaciones Web complejas al proporcionar una estructura organizativa y características como la administración automática de bases de datos.
- **Ruby on Rails [32]**: Es un framework que sigue el principio de convención sobre configuración para el desarrollo rápido de aplicaciones Web en *Ruby*. Facilita la creación de aplicaciones mediante la automatización de tareas repetitivas y la adopción de convenciones predefinidas. *Rails* proporciona un entorno coherente que acelera el proceso de desarrollo y favorece la escritura de código limpio y conciso.
- **Laravel [67]**: Es un framework elegante y completo para *PHP* que aborda diversos aspectos del desarrollo Web. Ofrece una sintaxis expresiva, una gestión eficiente de bases de datos, y una amplia gama de herramientas para tareas comunes. *Laravel* fomenta la creación de aplicaciones seguras y modernas, con un énfasis en la legibilidad y mantenimiento del código.

Por otro lado, en el contexto del desarrollo del lado del servidor es esencial considerar no solo los lenguajes de programación y sus frameworks asociados, sino también las bases de datos, los cuales son elementos fundamentales para la persistencia y gestión de datos. Para una comprensión más detallada, se examinan tres bases de datos específicas, tal y como expone Ramotion [70]: *MySQL*, *MongoDB* y *Neo4j*.

- **MySQL [65]**: Se trata de una **BD** relacional, reconocida por su fiabilidad y consistencia en la gestión de datos estructurados. Ha sido una opción de confianza en el desarrollo Web, proporcionando un entorno robusto para aplicaciones que dependen de una estructura de datos clara y relaciones definidas.
- **MongoDB [52]**: Destaca como una **BD** no relacional orientada a documentos, ofreciendo

flexibilidad en el esquema y una capacidad eficaz para manejar grandes volúmenes de datos no estructurados. Esta característica la convierte en una elección popular para aplicaciones que requieren escalabilidad y adaptabilidad a cambios en la estructura de datos.

- **Neo4j [61]:** Como una **BD** de grafos, está diseñada para almacenar y procesar datos en forma de nodos y relaciones. Esto la convierte en una opción adecuada para aplicaciones que necesiten modelar y analizar redes complejas, como redes sociales, sistemas de recomendación y análisis de relaciones en datos interconectados.

Una vez presentada cada una de las tecnologías del lado del servidor, en el siguiente punto se exponen el concepto de **API REST**, el cual es fundamental en el desarrollo Web hoy en día.

2.2.5. API REST

Una **API REST**, como expone *RedHat* [71], es un conjunto de reglas y convenciones para comunicarse con servicios Web de manera eficiente y coherente. Para comprender mejor este concepto, es útil entender tanto qué es una **API** en general como qué significa **REST**.

Por un lado, una **API** es esencialmente un conjunto de definiciones y protocolos que permiten que diferentes aplicaciones se comuniquen entre sí. Funciona como un contrato entre el proveedor de servicios y el usuario, donde se especifica qué puede hacer el usuario con los servicios proporcionados por el proveedor y cómo interactuar con ellos. En el contexto de software, una **API** define las formas en que las distintas partes de un programa pueden interactuar entre sí. En resumen, una **API** proporciona una manera estandarizada y segura para que diferentes aplicaciones se comuniquen y compartan datos.

Por otro lado, **REST** es un estilo arquitectónico que define una serie de principios para diseñar redes de comunicación, particularmente aplicaciones Web. Se basa en el concepto de recursos, que son identificadores únicos para entidades específicas (como datos o funciones) en una aplicación Web. **REST** utiliza métodos estándar de **HTTP**, como GET, POST, PUT y DELETE, para realizar operaciones en estos recursos. Los recursos son manipulados a través de representaciones, que pueden ser en formatos como **JSON**, **XML**, **HTML**, etc. **REST** promueve una arquitectura basada en el cliente-servidor, donde el servidor proporciona recursos y el cliente los solicita y manipula.

Por lo tanto, una **API REST** es una interfaz de programación que sigue los principios y limitaciones de la arquitectura **REST**. Utiliza los métodos estándar de **HTTP** para realizar operaciones en recursos, como leer, crear, actualizar y eliminar datos. Cuando un cliente envía una solicitud a través de una **API REST**, se le devuelve una representación del estado del recurso solicitado en un formato especificado, como **JSON** o **XML**. Siendo **JSON** particularmente popular debido a

su legibilidad tanto para humanos como para máquinas, y su independencia de cualquier lenguaje de programación específico. En resumen, una **API REST** proporciona una forma estándar y eficiente de interactuar con servicios Web basados en **REST**.

Una vez se conoce tanto la tecnología del lado del cliente como del servidor, en el siguiente punto se expone la tecnología emergente en la Web.

2.2.6. Tecnología Emergente

Por último, dentro del ámbito del desarrollo Web destacan innovaciones particulares: *Docker*, *Kubernetes*, *WebAssembly* y *Progressive Web Apps*. Todas ellas son analizadas más en detalle a continuación, tal y como expone Baryshevskiy [6].

- **Docker [37]**: Se trata de plataforma de contenedores que posibilita el empaquetado, la distribución y la ejecución coherente de aplicaciones en diversos entornos. Su enfoque revolucionario ha transformado la consistencia y portabilidad en el despliegue de software, permitiendo una gestión eficaz de dependencias y configuraciones. En la Figura 2.5 se puede observar la diferencia entre un despliegue de contenedores que comparten el **SO** y un despliegue de máquinas virtuales que hacen una copia completa del **SO** cada una.
- **Kubernetes [23]**: Consiste en un sistema de orquestación de contenedores, simplificando la administración, escalabilidad y despliegue de aplicaciones contenidas en entornos distribuidos. Su capacidad para coordinar eficientemente la ejecución de contenedores a lo largo de múltiples nodos ha consolidado su posición como una herramienta fundamental en el despliegue de infraestructuras escalables y resilientes.
- **WebAssembly (Wasm)**: Permite la ejecución de código de alto rendimiento, escrito en lenguajes como *C++* o *Rust*, directamente en el navegador. Esto amplía significativamente las posibilidades para construir aplicaciones Web más potentes y rápidas, acercando el rendimiento de las aplicaciones Web al de las aplicaciones nativas.
- **Progressive Web Apps (PWA)**: Ofrecen experiencias avanzadas que combinan lo mejor de las aplicaciones Web y nativas. Su capacidad para funcionar offline permite a los usuarios acceder a contenido incluso en ausencia de conexión a Internet, mejorando la accesibilidad y la continuidad de la experiencia del usuario.

Una vez presentada la diferente tecnología Web que rodea tanto el lado del BackEnd como el lado del FrontEnd, es de gran ayuda conocer los stacks tecnológicos más utilizados y analizarlos, lo cual se realiza en el siguiente punto.

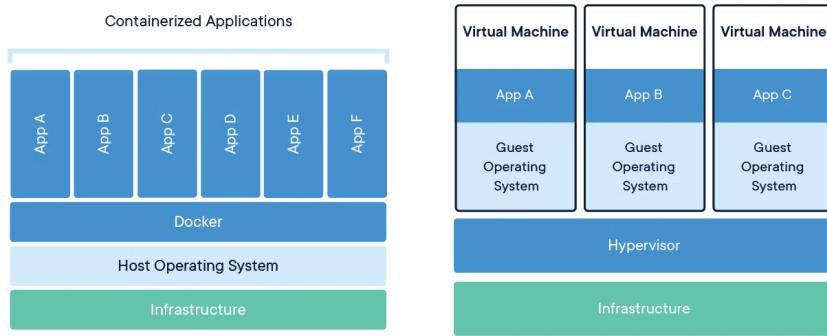


Figura 2.5: Despliegue con docker vs con maquinas virtuales [16]

2.2.7. Stacks Tecnológicos

En el contexto de los stacks tecnológicos, es decir, la elección de un conjunto específico de tecnologías, se trata de un aspecto crítico dentro del desarrollo Web, ya que afecta directamente la eficiencia del desarrollo, la escalabilidad y el mantenimiento del sistema. A continuación son explicadas brevemente cuatro stacks, tal y como expone Campana [10]: *LAMP*, *Python Django*, *MEAN* y *MERN*.

- **LAMP (Linux, Apache, MySQL, PHP/Python/Perl):** Ha sido un pilar en el desarrollo Web durante muchos años y sigue siendo una opción confiable para una variedad de proyectos tradicionales. Linux proporciona el sistema operativo, Apache sirve como servidor Web, MySQL maneja la base de datos, y *PHP*, *Python* o *Perl* actúan como lenguajes de programación del lado del servidor. Este conjunto ofrece estabilidad, flexibilidad y una amplia base de conocimientos, siendo especialmente adecuado para aplicaciones Web convencionales.
- **Python Django (Python, Django, Apache, MySQL):** Stack tecnológico compuesto de Python como lenguaje principal de programación, Django como framework Web basado en el patrón **MVC**, Apache como servidor Web para la gestión de solicitudes **HTTP**, y MySQL como sistema de gestión de bases de datos. Este conjunto es especialmente adecuado para proyectos Web que buscan la combinación de la versatilidad de *Python*, la solidez de *Django*, y la confiabilidad de *Apache* y *MySQL*.
- **MEAN (MongoDB, Express.js, Angular, Node.js):** Es un stack tecnológico basado completamente en *JavaScript*. *MongoDB* es la base de datos **NoSQL**, *Express.js* actúa como el framework del lado del servidor, *Angular* es el framework del lado del cliente y *Node.js* proporciona el entorno de ejecución del servidor. Este stack ha ganado popularidad por su coherencia en el uso de un solo lenguaje de programación (*JavaScript / TypeScript*) en todo el flujo de desarrollo, lo que simplifica la colaboración entre los equipos de desarrollo.

y permite una transición más fluida de los datos entre el servidor y el cliente.

- **MERN (MongoDB, Express.js, React, Node.js):** Similar a *MEAN*, pero reemplaza *Angular* con *React* en el lado del cliente. *React* ha ganado una enorme popularidad por su enfoque declarativo y su capacidad para construir interfaces de usuario altamente interactivas. *MERN* comparte las ventajas de *MEAN*, pero además permite a los desarrolladores aprovechar las características distintivas de *React* para crear experiencias de usuario más dinámicas y eficientes.

Con todo esto en mente, se puede concluir que la elección entre los diferentes stacks tecnológicos que existen depende de las necesidades específicas del proyecto y las preferencias del equipo de desarrollo. Teniendo cada stack sus propias ventajas y pudiendo ser la elección correcta según los requisitos particulares de la aplicación que se esté construyendo.

Finalmente, en la Tabla 2.1 se puede observar una visualización detallada de la tecnología abordada en este capítulo. Siendo destacable como cada stack tecnológico está compuesto por diferentes tipos de tecnologías, demostrando así la diversidad y complejidad de las soluciones presentadas.

Tabla 2.1: Tecnología en relación al capítulo 2.2

Stack	SO	Servidor	BD	Lenguaje	BackEnd	FrontEnd
LAMP	Linux	Apache	MySQL	PHP/Python/Perl	-	-
Python Django	-	Apache	MySQL	Python	Django	-
MEAN	-	-	MongoDB	JavaScript	Express.js	Angular
MERN	-	-	MongoDB	JavaScript	Express.js	React

Una vez se conoce toda la tecnología que se puede utilizar a la hora de construir una aplicación Web. Es fundamental, tener en mente las diferentes técnicas de visualización que existen para asegurar que el usuario entienda los datos que se muestran con dicha aplicación. Estas técnicas son analizadas en el siguiente punto.

2.3. Técnicas de Visualización de Datos

Como se ha mencionado previamente, el desarrollo de la aplicación Web deseada requiere la presentación atractiva de datos para los usuarios, lo que implica el uso de técnicas de visualización de datos existentes. En esencia, esto implica la transformación de una gran cantidad de información en un formato visual comprensible mediante elementos gráficos. Esto permite

comunicar relaciones complejas entre los datos para mejorar la comprensión por parte de los usuarios. A continuación, se realiza un análisis de las diversas técnicas, según lo expuesto por Wilke [63], Yi y Restori [83], y Holtz [36]. Estas técnicas se agrupan en seis categorías principales: distribución, correlación, ranking, parte de un todo, evolución y otras técnicas.

2.3.1. Técnicas de Distribución

Las técnicas de distribución se utilizan para comprender cómo se distribuyen los datos en un conjunto. Esto es crucial para comprender la dispersión y la concentración de los valores. Las visualizaciones de distribución permiten identificar patrones, valores atípicos y la forma general de la distribución de los datos. Dentro de este grupo se encuentran las técnicas que se enumeran a continuación:

- El histograma.
- El gráfico de densidad.
- El diagrama de caja y bigotes.
- El diagrama de violín.

Por un lado, el histograma toma como entrada únicamente una variable numérica. Esta variable se divide en varios intervalos, y el número de observaciones por intervalo se representa mediante la altura de las barras, tal y como se ilustra en la Figura 2.6. Utilizando esta técnica, es posible representar la distribución de varias variables en el mismo eje Y de esta forma compararlas.

Por otro lado, una versión más suave del histograma es el gráfico de densidad, el cual representa la distribución de una variable numérica utilizando una estimación de densidad del núcleo para mostrar la función de densidad de probabilidad de la variable. En la Figura 2.7 se ve el mismo ejemplo anterior pero esta vez usando un gráfico de densidad. Nuevamente, al igual que el histograma es posible representar varias variables en el mismo eje.

El diagrama de cajas y bigotes proporciona un buen resumen de una o más variables numéricas. Este tipo de diagramas está compuesto por varios elementos, tal y como muestra la Figura 2.8. La desventaja de estos diagramas es que resumir también significa perder información. Por ejemplo, en el diagrama de cajas y bigotes de la Figura 2.9, es fácil concluir que el de color verde tiene un valor más alto que los demás. Sin embargo, no se puede ver la distribución subyacente de puntos en cada grupo ni su número de observaciones. Es por eso, que si la cantidad de datos no es muy grande es una buena práctica añadir lo que se conoce como “*jitter*” al gráfico, tal y como muestra la Figura 2.10.

Sin embargo, si se tiene un tamaño de muestra grande, usar “*jitter*” provocaría que los puntos se superpondrían entre ellos. Por lo que, una alternativa es usar el diagrama de violín que permite

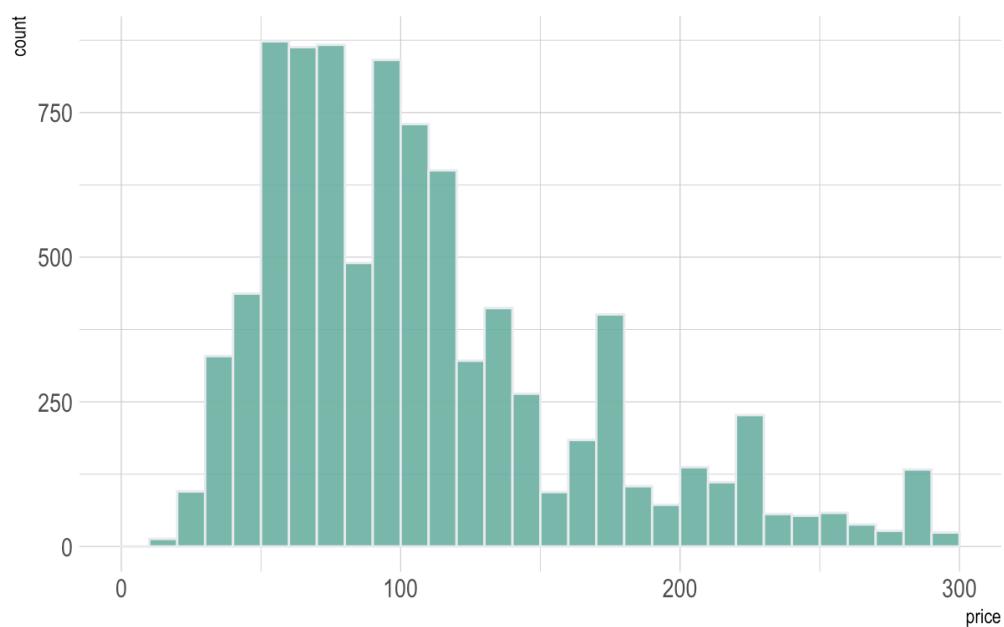
Night price distribution of Airbnb appartements

Figura 2.6: Histograma [36]

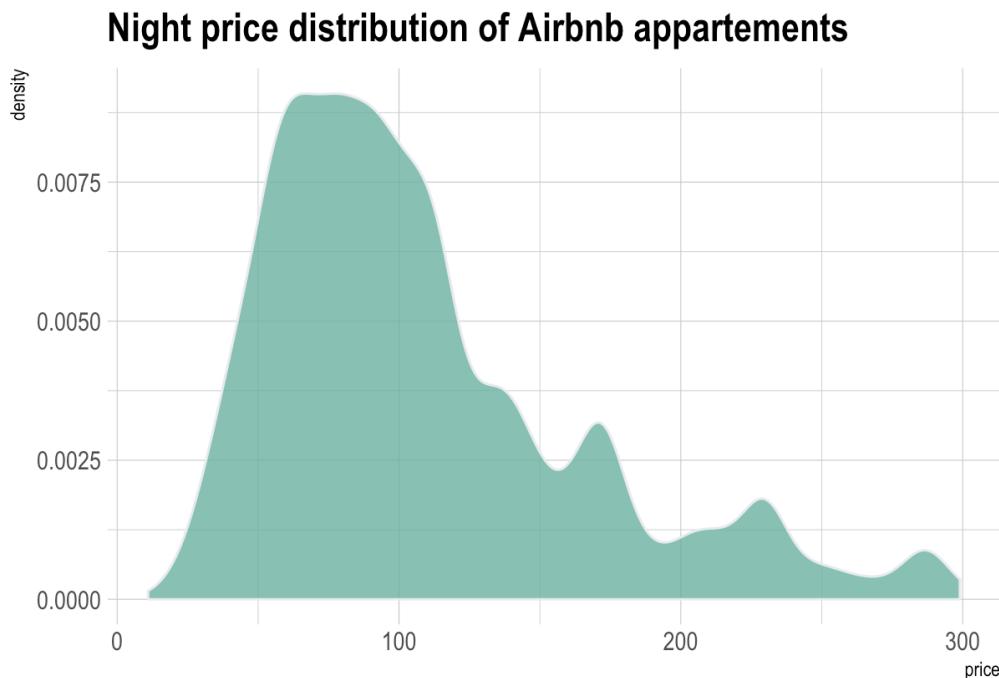


Figura 2.7: Gráfico de densidad [36]

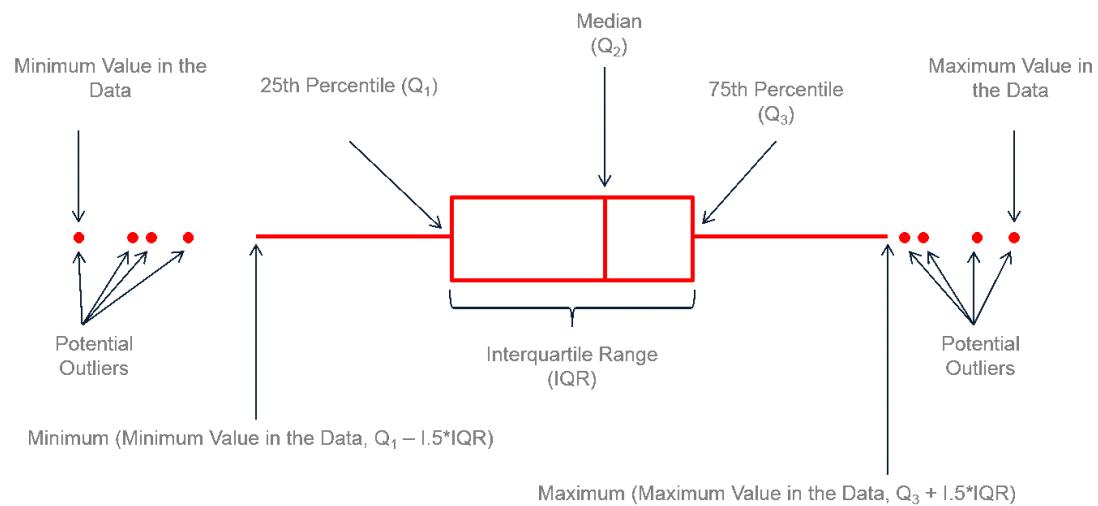


Figura 2.8: Componentes del diagrama de caja y bigotes [41]

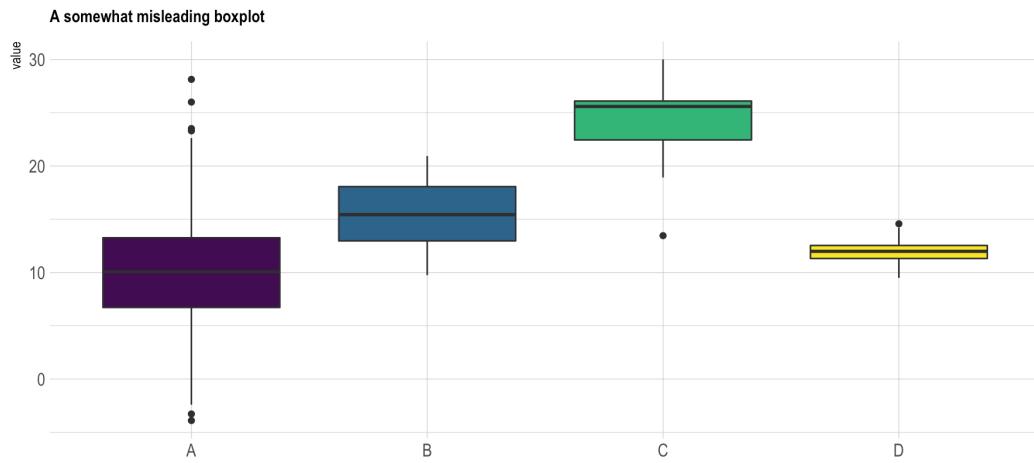


Figura 2.9: Diagrama de caja y bigotes [36]

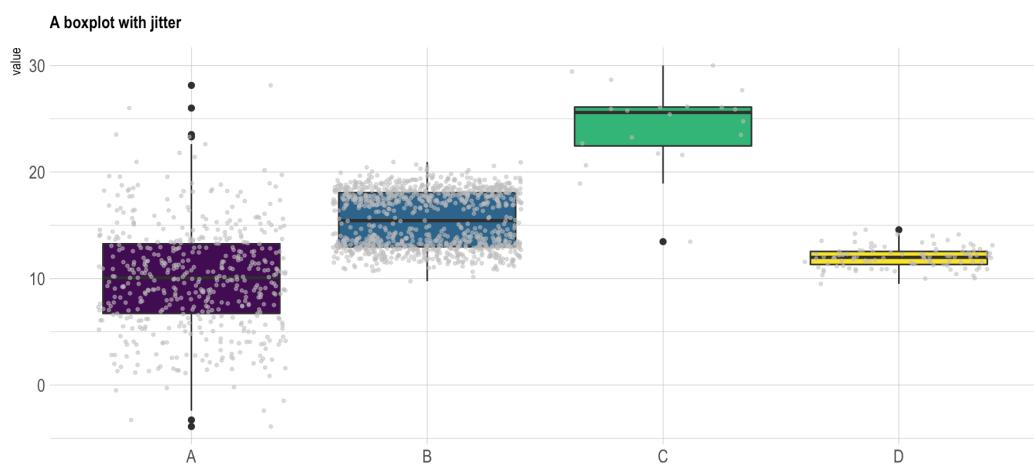


Figura 2.10: Diagrama de caja y bigotes con "jitter" [36]

visualizar la distribución de una variable numérica para uno o varios grupos. Cada “violín” representa un grupo o una variable. La forma representa la estimación de densidad de la variable: cuanto más datos haya en un rango específico, más grande será el “violín” para ese rango. Es muy similar a un diagrama de caja y bigotes, pero permite una comprensión más profunda de la distribución. En la Figura 2.11 se ve un ejemplo de este tipo de diagramas.

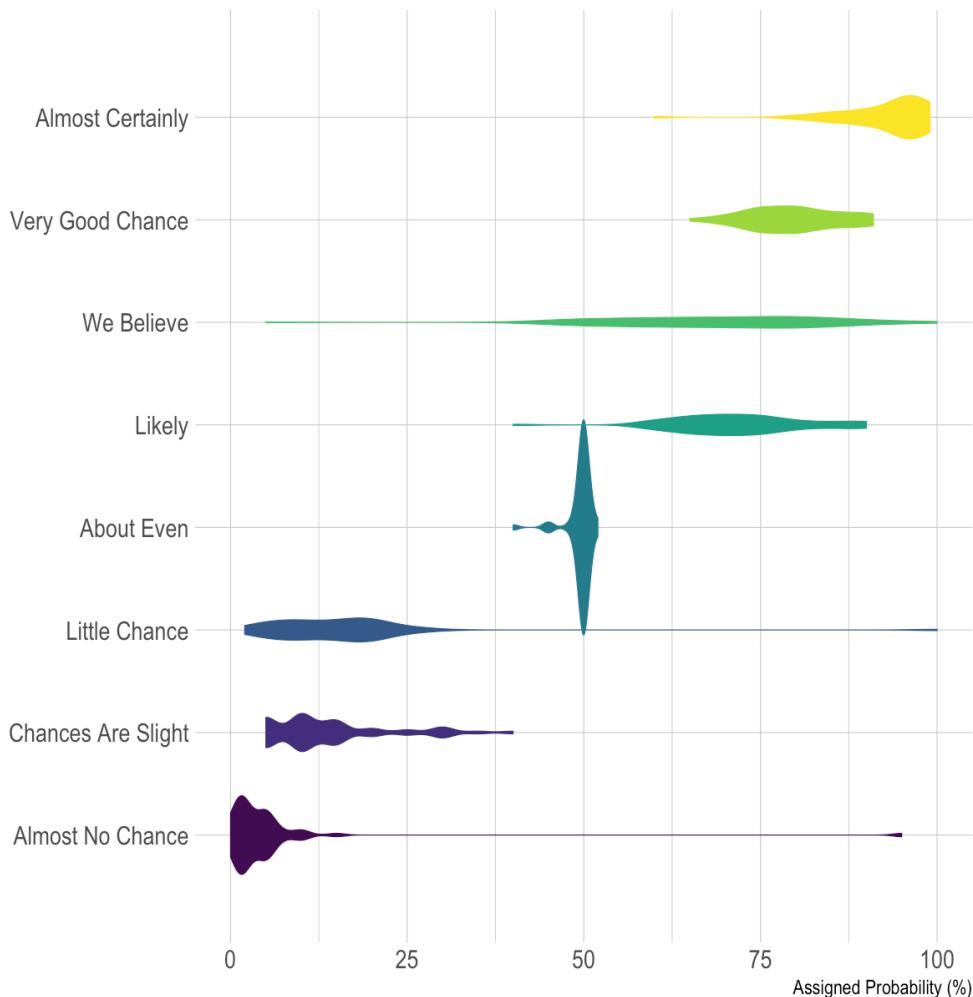


Figura 2.11: Diagrama de violin [36]

Una vez presentadas las técnicas utilizadas para comprender la distribución de los datos, en el siguiente punto se detallarán las técnicas para conocer la relación entre ellos.

2.3.2. Técnicas de Correlación

Las técnicas de correlación revelan la relación entre dos o más variables. Determinar esta relación entre variables es fundamental para comprender cómo cambian juntas y si existe alguna dependencia entre ellas. Las visualizaciones de correlación ayudan a identificar patrones, tendencias y posibles relaciones causales entre variables. Dentro de este grupo se encuentran las técnicas que se enumeran a continuación:

- El gráfico de dispersión.
- El gráfico de burbujas.
- El mapa de calor.

El diagrama de dispersión muestra la relación entre 2 variables numéricas. Para cada punto de datos, el valor de su primera variable se representa en el eje X y el de la segunda en el eje Y, tal y como se ilustra en la Figura 2.12.

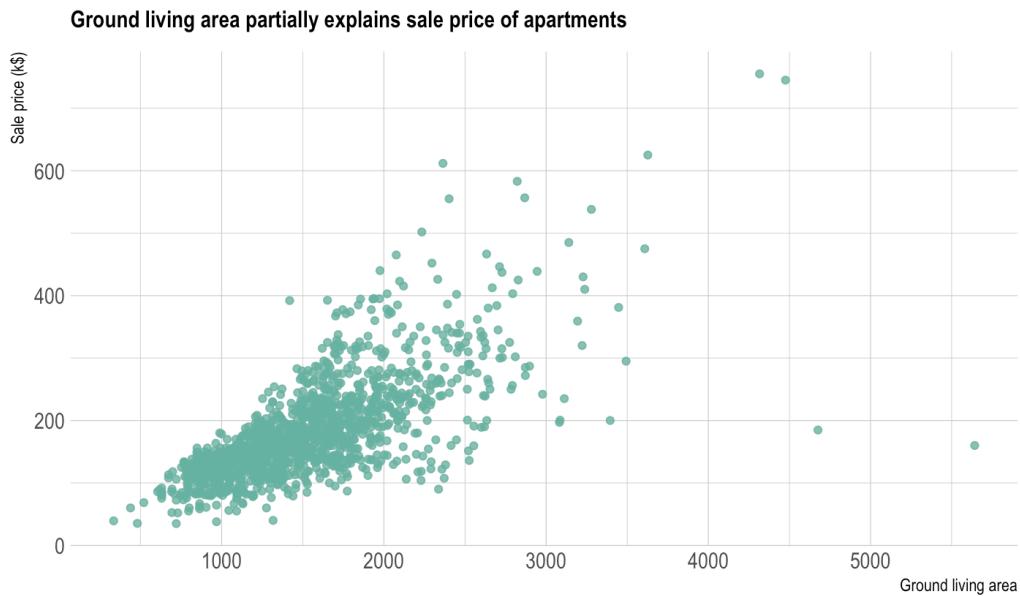


Figura 2.12: Diagrama de dispersión [36]

Por otro lado, como se observa en la Figura 2.13, si al diagrama de dispersión se le agrega una tercera dimensión a través del tamaño de los puntos, se trataría de un gráfico de burbujas.

Finalmente, el mapa de calor consiste en una representación gráfica de datos donde los valores individuales contenidos en una matriz se representan como colores. Se puede observar un ejemplo en la Figura 2.14.

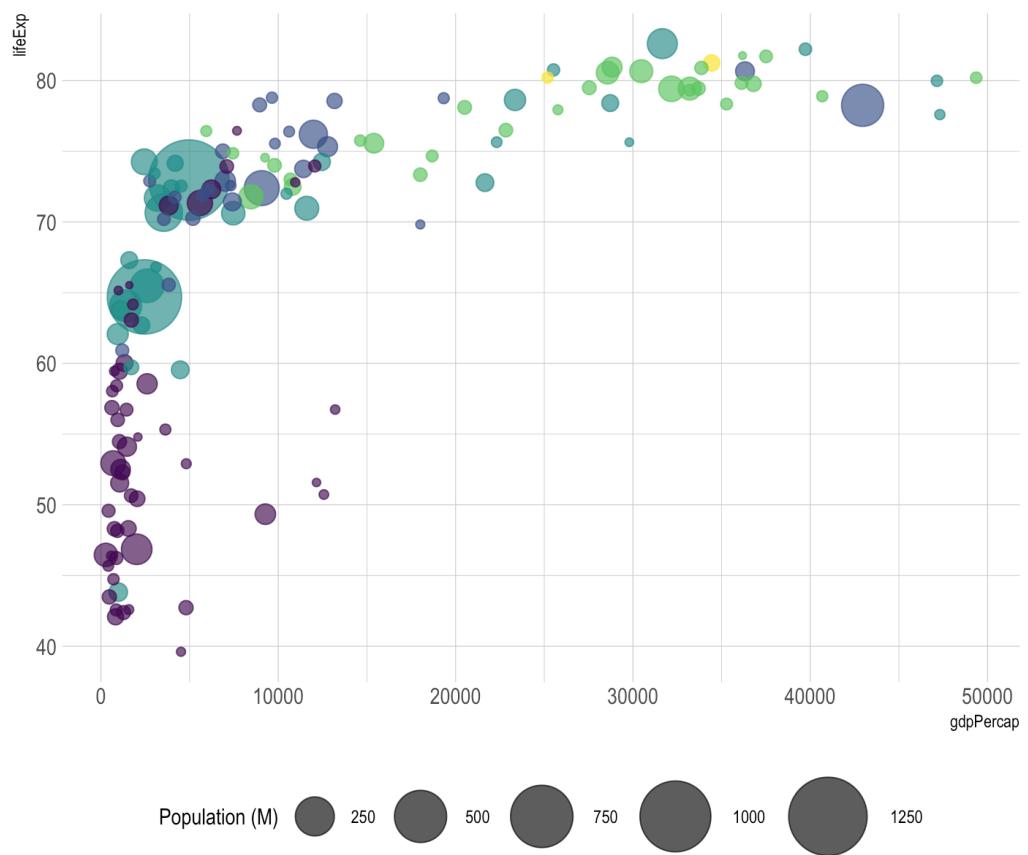


Figura 2.13: Gráfico de burbujas [36]

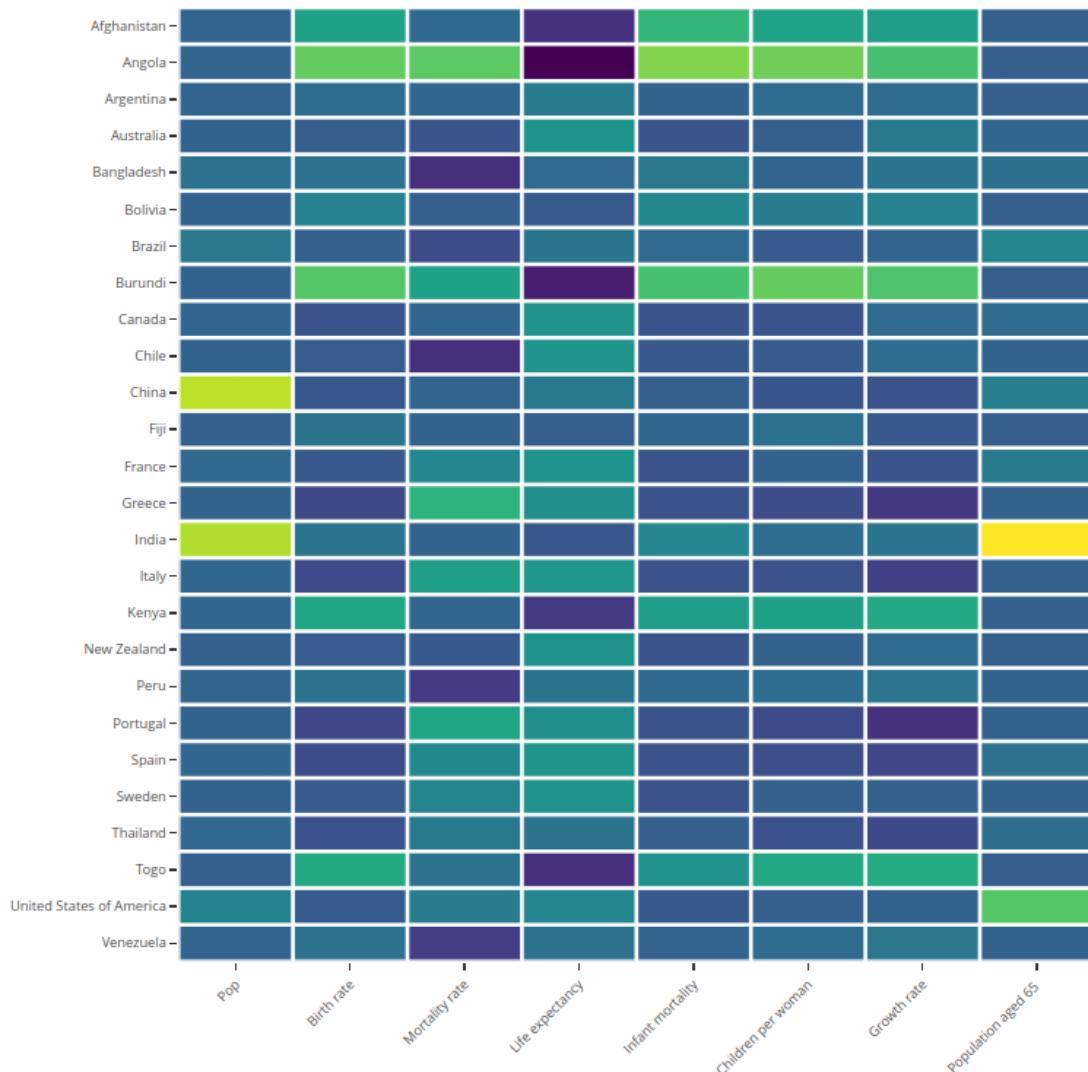


Figura 2.14: Mapa de calor [36]

Una vez presentadas las técnicas utilizadas para conocer la relación entre los datos, en el siguiente punto se detallarán las técnicas para clasificarlos.

2.3.3. Técnicas de Ranking

Las técnicas de ranking se centran en comparar y ordenar valores para identificar los más altos, los más bajos o cualquier otro criterio de clasificación. Estas visualizaciones son útiles para comprender la posición relativa de los elementos dentro de un conjunto de datos y para identificar tendencias o patrones de comportamiento. Dentro de este grupo se encuentran las técnicas que se enumeran a continuación:

- La gráfica de barras.
- El gráfico lollipop.
- El gráfico de barras circular.
- El gráfico radial.

El gráfico de barras es una herramienta visual ampliamente empleada para la representación de datos, siendo su función principal la de mostrar la relación entre una variable numérica y una variable categórica. Siendo cada categoría representada mediante una barra, y el valor numérico mediante la longitud de dicha barra.

Es importante destacar que estos gráficos permiten comparar los valores entre distintos grupos. Esto se logra colocando las barras una al lado de la otra o apilándolas entre sí. Además, cuando las etiquetas de las categorías son muy largas, se recomienda invertir los ejes y crear un gráfico de barras horizontal para una mejor visualización, tal y como muestra la Figura 2.15. Esto facilita la lectura de las etiquetas y la interpretación de los datos.

Al tratarse de un gráfico tan común, el diagrama de barras puede resultar aburrido. Es por este motivo que surgieron variaciones como el gráfico lollipop que sustituye las barras por una línea y un punto como se ve en la Figura 2.16 y el gráfico de barras circular ilustrado en la Figura 2.17. Este último es más difícil de leer, por lo que es una buena práctica utilizarlos cuando la diferencia entre las barras es muy obvia o hay muchas que mostrar.

Finalmente, dentro de este grupo se encuentra el gráfico radial, el cual consiste en un gráfico bidimensional diseñado para representar una o más series de valores sobre múltiples variables cuantitativas. Cada variable tiene su propio eje, y todos los ejes están unidos en el centro del gráfico. Una práctica común es comparar varios individuos en un mismo gráfico, como se muestra en la Figura 2.18, o en caso de que sean muchos individuos, mostrarlos en gráficos separados.

A pesar de su atractivo visual, los gráficos radar no suelen ser ampliamente utilizados debido a que al tener un formato circular, pueden resultar más difíciles de interpretar. Este formato

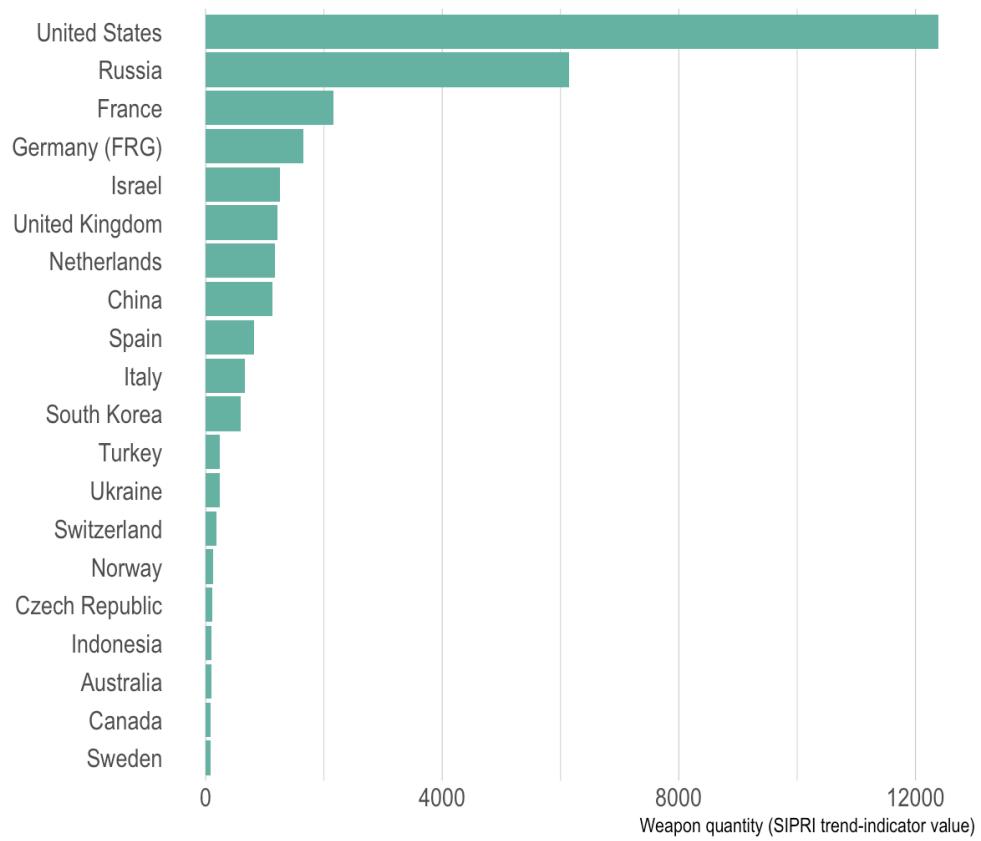


Figura 2.15: Gráfico de barras [36]

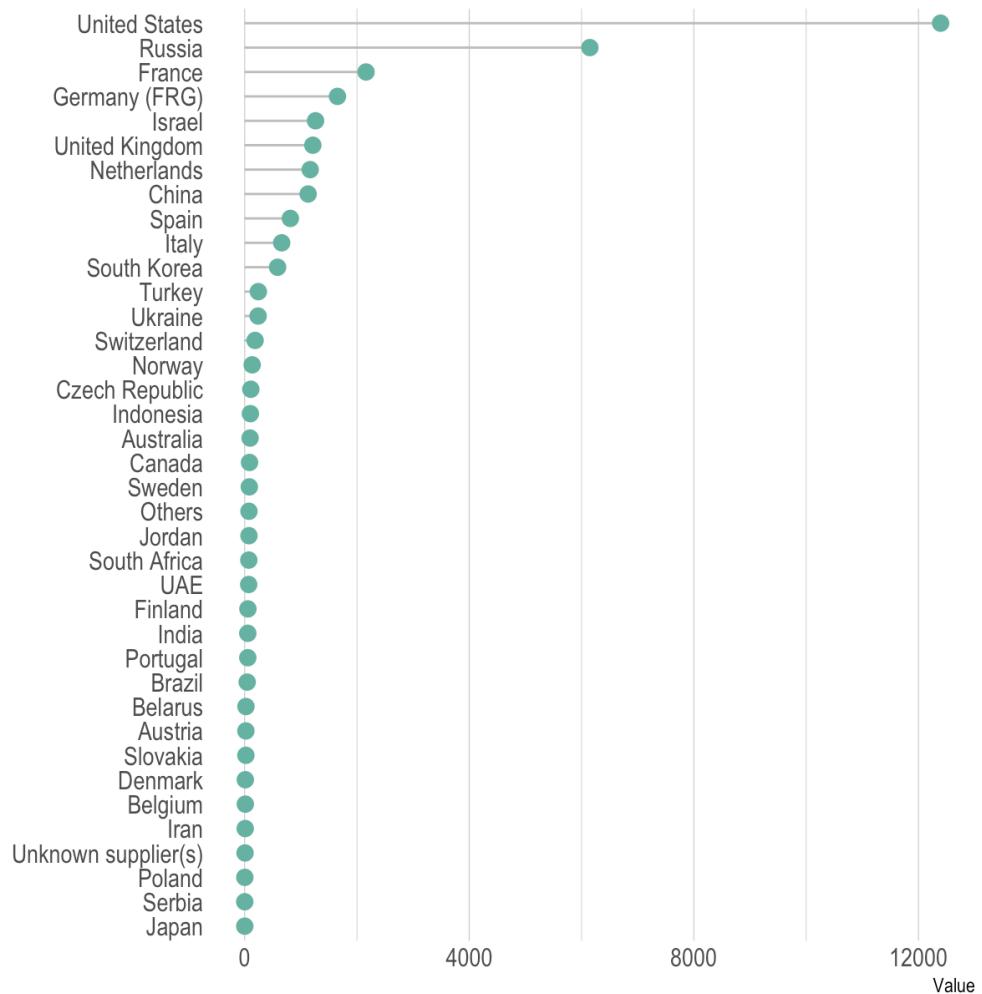


Figura 2.16: Gráfico lollipop [36]

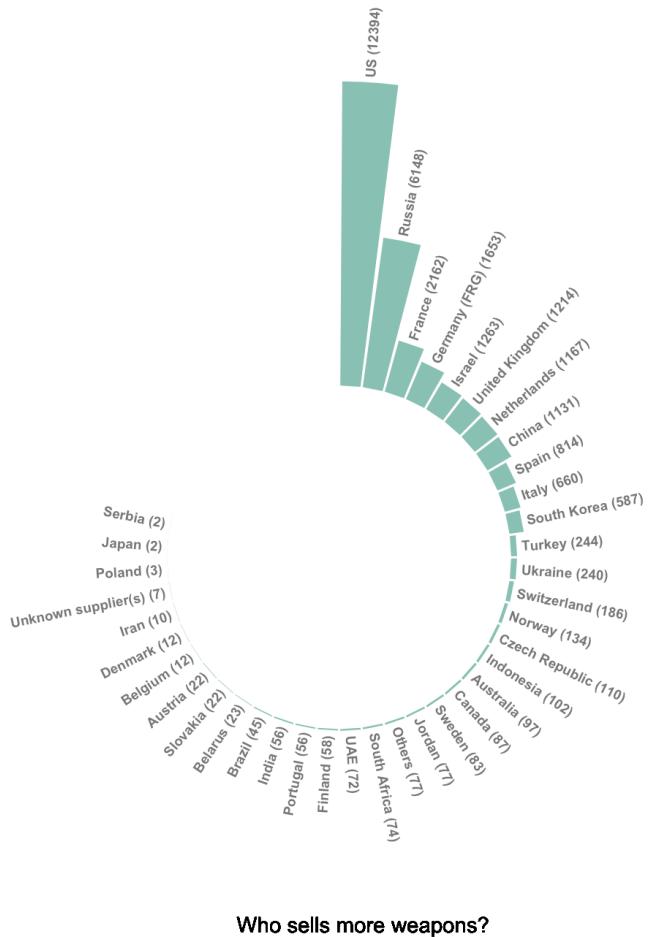


Figura 2.17: Gráfico de barras circular [36]

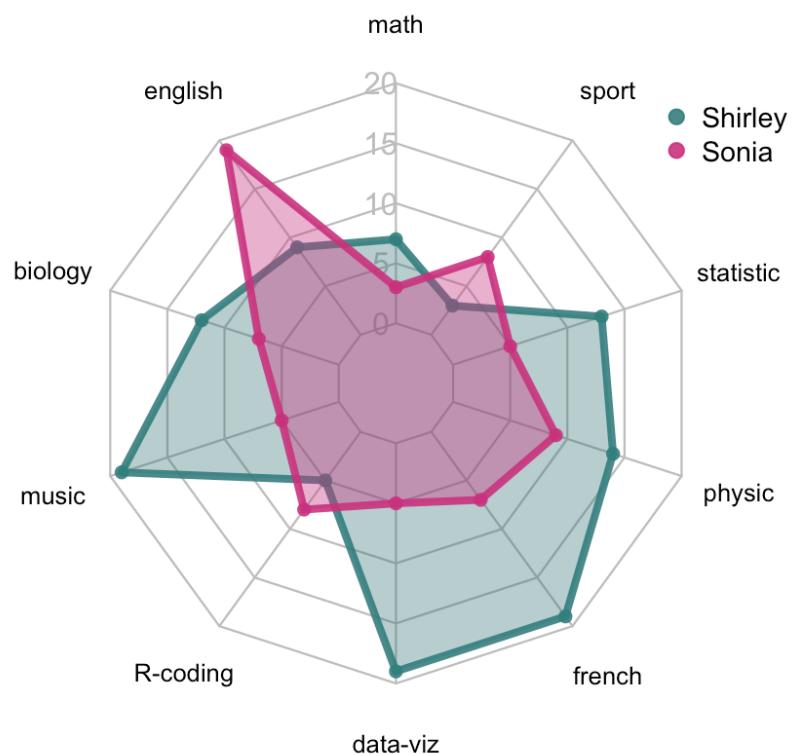


Figura 2.18: Gráfico radial [36]

tampoco permite ordenar los valores de manera efectiva. Además, el dibujo que se forma puede variar según el orden de las categorías, a pesar de que los datos sean los mismos.

Una vez presentadas las técnicas utilizadas para ordenar los diferentes valores, en el siguiente punto se detallarán las técnicas para conocer como los datos se proporcionan según el todo.

2.3.4. Técnicas de Parte de un Todo

Las técnicas de parte de un todo, como indica su nombre, muestran cómo se dividen los datos en partes proporcionales al todo. Son útiles para comprender la composición de un conjunto de datos y para visualizar la distribución de los valores en relación con el conjunto completo. Las visualizaciones de parte de un todo permiten identificar las contribuciones relativas de cada componente y compararlos entre sí. Dentro de este grupo se encuentran las técnicas que se enumeran a continuación:

- El gráfico de pastel
- El mapa de árbol
- El diagrama de sol.

El gráfico de pastel caracterizado por un círculo dividido en secciones que representan proporciones del total, se emplea comúnmente para visualizar porcentajes, donde la suma total alcanza el 100 %. A pesar de su popularidad, este tipo de representación resulta difícil de interpretar debido a la baja capacidad humana para percibir con precisión ángulos. Esta dificultad se evidencia al intentar determinar cuál de las secciones es la más grande en diferentes gráficos como el mostrado en la Figura 2.19, seguido de la comparación con la Figura 2.20, que presenta los mismos datos pero en un formato de barras.

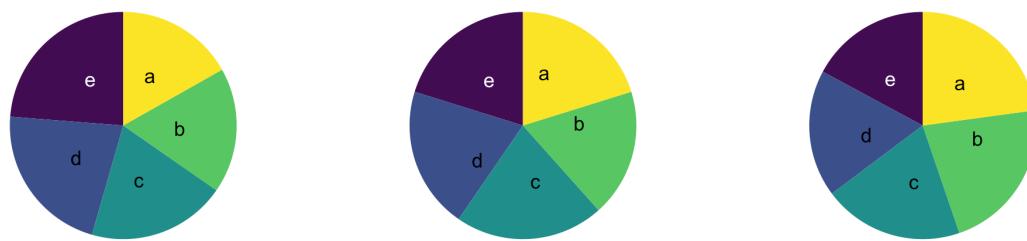


Figura 2.19: Gráfico de tarta [36]

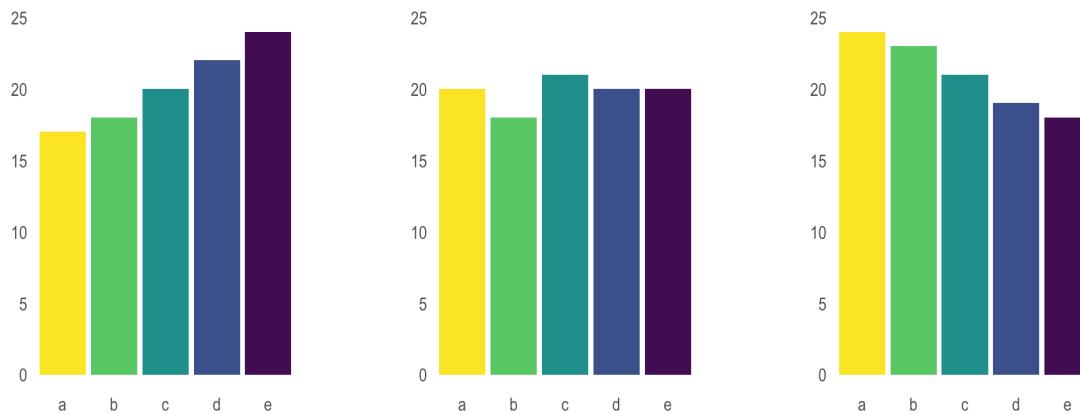


Figura 2.20: Gráfico de barras apiladas [36]

De este ejemplo se deduce que alternativas más efectivas son los gráficos de barras y los de lollipop, explicados en el grupo anterior, los cuales pueden emplearse también en este contexto. Asimismo, los mapas de árbol constituyen otra alternativa viable.

Los mapas de árbol muestran datos jerárquicos como un conjunto de rectángulos anidados. Cada grupo se representa mediante un rectángulo, cuya área es proporcional a su valor. Mediante esquemas de color o interactividad, es posible representar varias dimensiones. En la Figura 2.21 se puede observar un ejemplo de este tipo de diagramas.

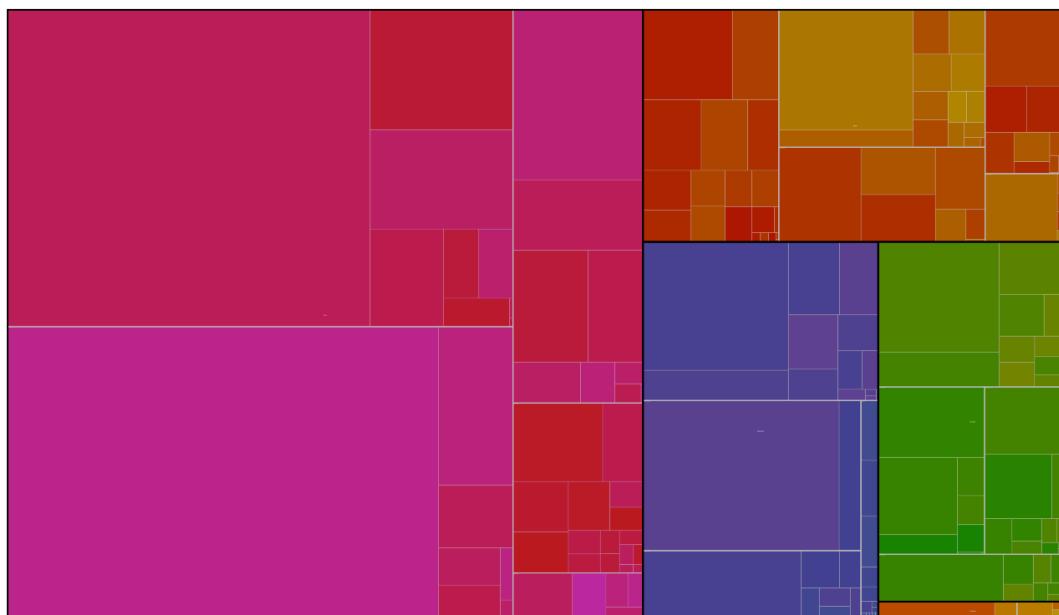


Figura 2.21: Mapa de árbol [36]

Por último, una técnica muy similar al mapa de árbol, pero con un diseño radial es el diagrama de sol tal y como se ilustra en la Figura 2.22. Este tipo de diagramas muestran una estructura jerárquica, siendo el origen de la organización el centro del círculo, y cada nivel es representado con un anillo adicional. El último nivel (hojas) se encuentra en la parte exterior extrema del círculo.



Figura 2.22: Diagrama de sol [36]

Una vez presentadas las técnicas utilizadas para conocer las proporciones de los datos, en el siguiente punto se detallarán las técnicas que indican la evolución de los datos a lo largo del tiempo.

2.3.5. Técnicas de Evolución

Las técnicas de evolución muestran cómo cambian los datos a lo largo del tiempo o en relación con otra variable. Son esenciales para identificar tendencias, patrones estacionales, ciclos y cambios a largo plazo en los datos. Las visualizaciones de evolución permiten comprender la

dinámica temporal de los fenómenos y tomar decisiones informadas basadas en estos cambios. Dentro de este grupo se encuentran las técnicas que se enumeran a continuación:

- La gráfica de línea.
- La gráfica de área.
- La gráfica de área apilada.

La gráfica de línea es una herramienta visual que representa la evolución de una o varias variables numéricas a lo largo del tiempo. En este tipo de gráfica, los puntos de datos se disponen en orden según su valor en el eje X y se conectan mediante segmentos de línea recta, como se muestra en la Figura 2.23. Además, de representar la evolución temporal de una única variable, las gráficas de línea también pueden utilizarse para comparar la evolución de varias variables simultáneamente.

Es importante destacar que en este tipo de gráficas no se suelen señalar los datos. No obstante, es una buena práctica señalizarlos con un punto cuando se trata de una muestra pequeña, lo que contribuye a mantener la claridad y la precisión en la representación visual de los datos, facilitando su interpretación por parte del lector.

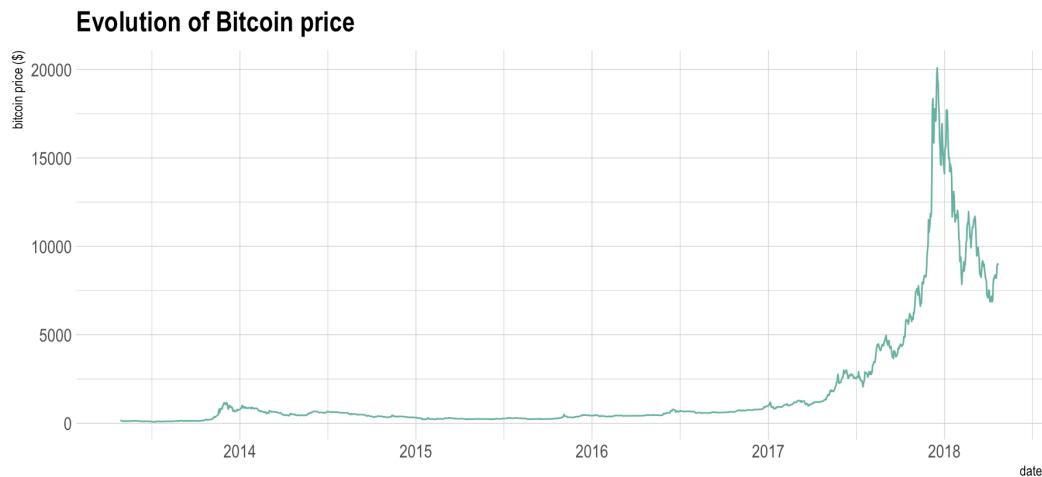


Figura 2.23: Gráfica de línea [36]

En el caso que el área entre el eje X y la línea este rellena de un color como se ilustra en la Figura 2.24 se trataría de una gráfica de área. Por otro lado, una extensión de este tipo es la gráfica de área apilada que consiste en un gráfico de área que muestra la evolución de varios grupos en la misma gráfica. Los valores de cada grupo se muestran encima de cada uno, lo que permite comprobar la evolución del total y la importancia de cada grupo. La Figura 2.25 muestra un ejemplo de este tipo de gráficas.

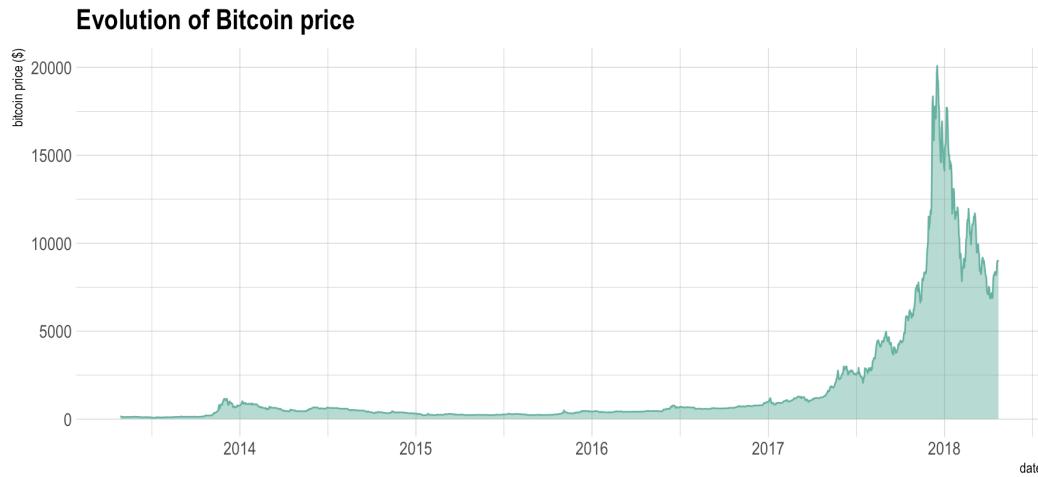


Figura 2.24: Gráfica de área [36]

Popularity of American names in the previous 30 years

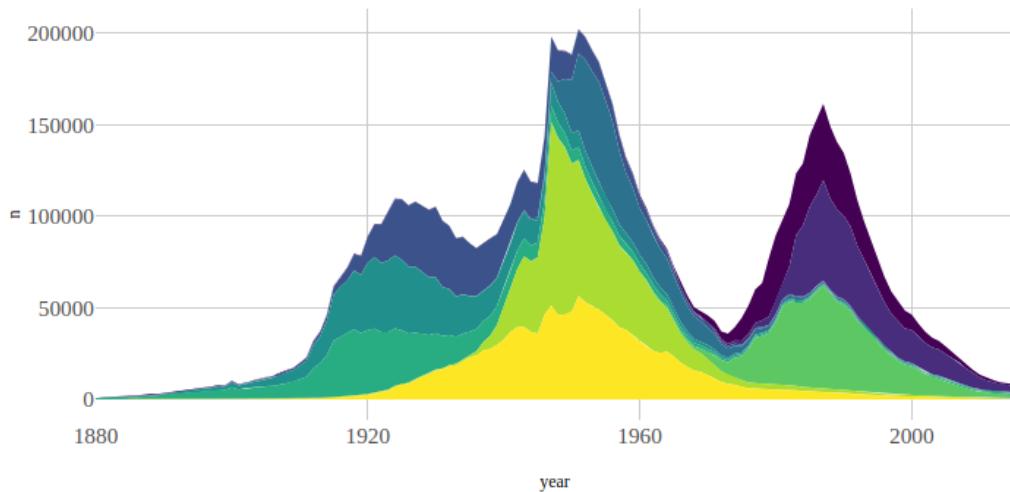


Figura 2.25: Gráfica de área apilada [36]

Finalmente, una vez presentadas las técnicas utilizadas para conocer la evolución de los datos, en el siguiente punto se detallarán otras técnicas de visualización interesantes.

2.3.6. Otras Técnicas

Este grupo abarca diversas técnicas que no se ajustan directamente a las categorías anteriores debido a la gran variedad de enfoques disponibles, un ejemplo son las visualizaciones especializadas para representar datos geoespaciales, como el mapa ilustrado en la Figura 2.26.

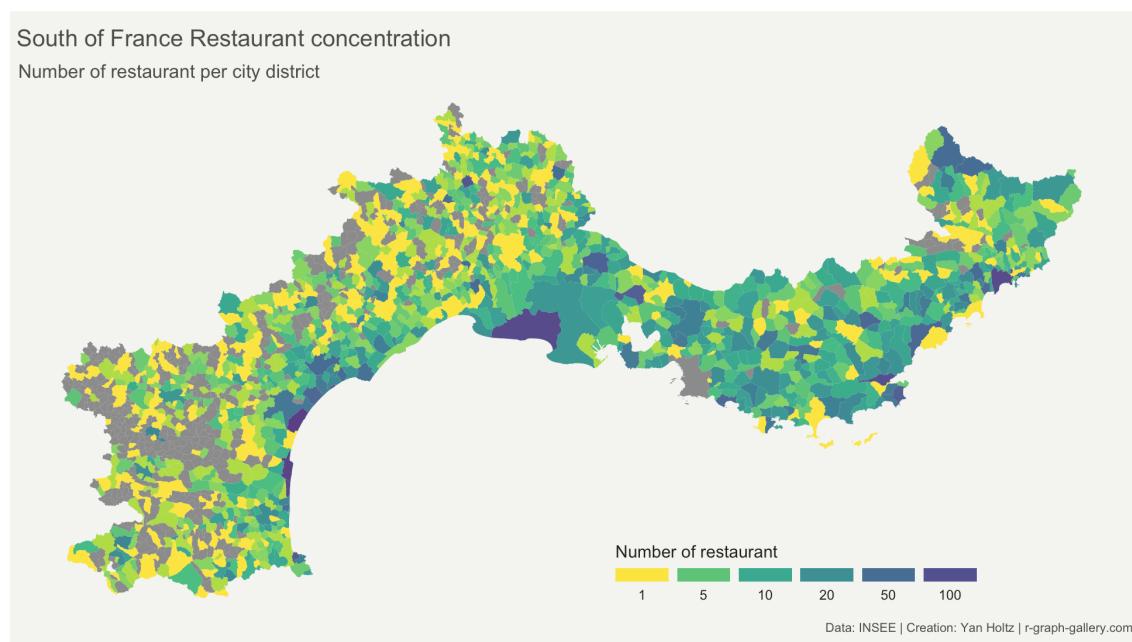


Figura 2.26: Mapa [36]

Otro tipo de visualizaciones que entraría dentro de esta categoría son las visualizaciones de flujo, como el diagrama de cuerdas, que representa conexiones entre nodos. Cada nodo se representa mediante un fragmento en la parte exterior del diseño circular, y se trazan arcos entre cada par de entidades. El tamaño de cada arco es proporcional a la importancia del flujo. La Figura 2.27 muestra un ejemplo de este tipo de diagramas.

Por último, dentro de este grupo también se incluye la visualización de datos en su forma individual, cuando solo se desea mostrar un único dato, así como en formato de tabla.

Una vez se han presentado las diferentes técnicas de visualización de datos que existen, es crucial conocer la disciplina de la **IPO**, concepto que se detallará mejor en el siguiente punto.

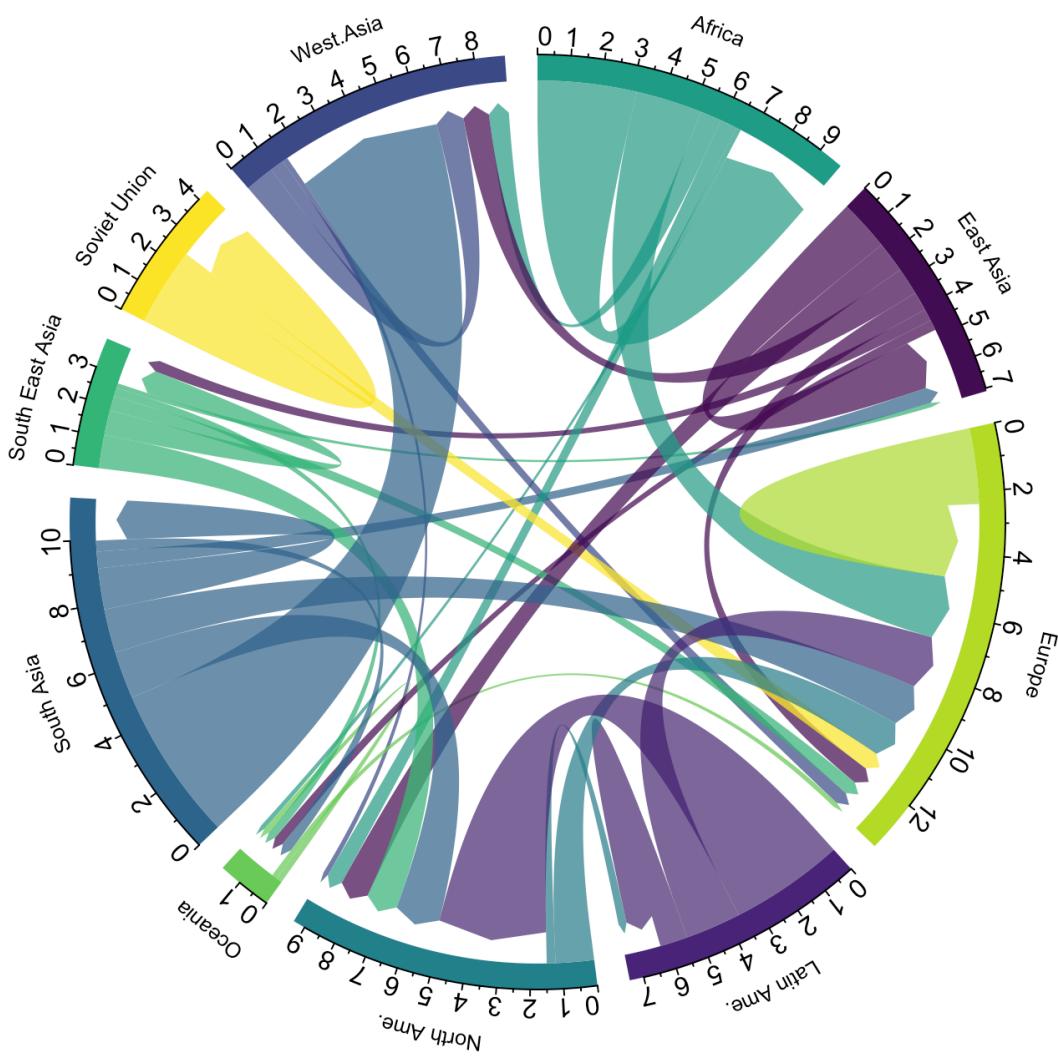


Figura 2.27: Diagrama de cuerdas [36]

2.4. Interacción Persona-Ordenador

Por último, para el desarrollo de una aplicación Web enfocada en el lado del cliente es indispensable detenerse para hablar de la disciplina de la **IPO**, de la experiencia de usuario y de la usabilidad. A continuación, se detallan cada uno de estos conceptos.

2.4.1. Concepto de la IPO

La **IPO** es definida por **SIGCHI** como “la disciplina relacionada con el diseño, evaluación e implementación de sistemas informáticos interactivos para el uso de seres humanos, y con el estudio de los fenómenos más importantes con los que está relacionado” [25].

Dentro de esta disciplina, se pueden encontrar distintos aspectos, los cuales se pueden ver reflejados en la Figura 2.28. Por un lado, se observa una persona con sus características de procesamiento de la información, tanto las de comunicación como las físicas que interactúa con un ordenador. El cual también tiene sus propias características. Por otro lado, en medio se encuentran los dispositivos de entrada y salida que relacionan a la persona con el ordenador, comunicándose mediante diferentes elementos de diseño.

Además, la figura muestra que la persona no está sola, sino que realiza el trabajo dentro de una organización social, siendo posible gracias a un proceso de desarrollo en el que cada uno de estos componentes debe ser abordado con igual grado de implicación y no caer en el error de obviar la parte humana, centrándose solamente en la parte tecnológica.

Con todo esto en mente, se puede decir que la disciplina de la **IPO** es la encargada de estudiar la experiencia de usuario de la aplicación Web. Concepto que se detalla más en profundidad en el siguiente punto.

2.4.2. Experiencia de Usuario

El término de experiencia de usuario no tiene una definición consensuada, sin embargo, una de las más destacadas es la que propone el estándar **ISO DIS 9241-210:2008** [39], definiendo este concepto como “las percepciones y respuestas de una persona que resultan del uso y/o uso anticipado de un producto, sistema o servicio”.

Además, la experiencia de usuario presenta diferentes facetas a considerar para el diseño o evaluación de un sistema interactivo. Sin embargo, nuevamente al igual que ocurre con su definición, todavía no están consensuadas ni por la comunidad científica ni por ningún organismo de estandarización. A continuación, se mencionan diferentes facetas para diferentes autores:

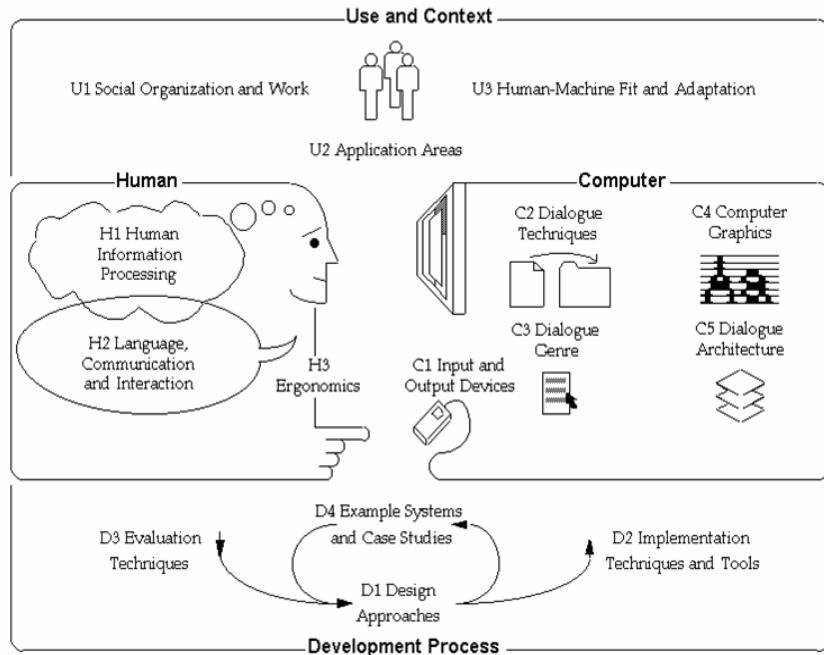


Figura 2.28: Flujo de la disciplina de la IPO [25]

- El autor Peter Morville [55] definió la colmena de la UX en la que se incluyen: usable, útil, deseable, valioso, creíble, encontrable y accesible como atributos a considerar para obtener una experiencia de usuario positiva.
- Autores como Hassenzahl y Tractinsky [31] proponen tres facetas: más allá de lo instrumental; experimental; y emociones y afectos.
- Otros referentes como Hassan Montero y Ortego Santamaría [30] señalan a usuario, contexto y contenido como los componentes más importantes dentro de la experiencia de usuario.

Para concluir, Granollers sugiere la siguiente definición [27] cubriendo los diferentes aspectos: “la experiencia de usuario atiende a todos los factores, tanto internos como externos del usuario y del sistema interactivo, que causen alguna sensación a quien esté utilizando un sistema interactivo concreto en un determinado contexto de uso”. Entre estos factores, se encuentra la usabilidad, la cual es explicada en el siguiente punto.

2.4.3. Usabilidad

El concepto de usabilidad fue introducido por J. Nielsen [62], quien concluyó que un sistema software tiene dos componentes: el aspecto funcional y la forma en que los usuarios pueden usar este aspecto. Siendo este último, el que es tratado para mejorar la usabilidad de una aplicación. Por consiguiente, los aspectos que se tienen en mente al hablar de usabilidad serían la facilidad

de aprendizaje, la efectividad de uso y la satisfacción con las que las personas son capaces de realizar sus tareas.

Teniendo esto en cuenta, la usabilidad se puede definir coloquialmente como “fácil de usar o de utilizar y de aprender” [26]. Definición que se considera correcta, pero incompleta, ya que el concepto engloba muchos más aspectos, es por ello que el organismo de estandarización ISO propone dos definiciones:

- “La medida en la que un producto se puede usar por determinados usuarios para conseguir objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso especificado” propuesta por la ISO 9241-11 [38].
- “La capacidad que tiene un producto software para ser atractivo, entendido, aprendido, usado por el usuario cuando es utilizado bajo unas condiciones específicas” propuesta por la ISO/IEC 9126 [40].

Una vez se ha definido el concepto de usabilidad, se debe saber que este tiene un gran conjunto de atributos, los cuales Granollers [26] los resumen en: facilidad de aprendizaje, sintetizabilidad, familiaridad, consistencia, flexibilidad, robustez, recuperabilidad, tiempo de respuesta, adecuación de tareas y disminución de la carga cognitiva.

Al final, se puede concluir que para conseguir un buen grado de usabilidad en una aplicación se requiere pensar en el usuario, lo cual se consigue diseñando una interfaz centrada en el usuario. Esto implica conocer las particularidades de los usuarios para cada caso y reflejarlas en la interacción de la interfaz. Aunque un equipo de desarrollo pueda implementar sistemas similares, es crucial involucrar a los usuarios desde el inicio para lograr una familiaridad que proporcione seguridad y relajación durante la manipulación del sistema.

El objetivo es lograr una interfaz fácil de usar y aprender, lo cual requiere una estrecha colaboración con los usuarios a lo largo de todo el proceso de desarrollo. Implicar a los usuarios desde el principio es fundamental, y no se debe confundir con simplemente diseñar pensando en el usuario sin su participación activa. Es crucial conocer la opinión de los usuarios de primera mano para garantizar la utilidad y la comodidad de la interfaz.

Además, los sistemas interactivos deben centrarse en todos los usuarios, considerando las diferencias individuales, incluso teniendo en cuenta a aquellos con discapacidades. Ignorar a los usuarios o dejar su participación a la fase final del proyecto puede resultar en una interfaz que no cumple con sus necesidades y expectativas. En resumen, el diseño de sistemas interactivos implica hacer del usuario el foco principal desde el inicio del proceso hasta la implementación final, abarcando la diversidad de usuarios y sus características específicas.

Al final, se puede concluir que la usabilidad será un factor a tener muy en cuenta a la hora de

desarrollar la aplicación Web deseada. De la cual se hablará más en detalle en los próximos capítulos.

Capítulo 3

Propuesta de Solución

En este capítulo se proporciona la propuesta diseñada para abordar el problema presentado en el capítulo de introducción. Asimismo, se presenta una explicación detallada de la metodología de desarrollo seleccionada y las herramientas empleadas a lo largo del proyecto.

3.1. Aplicación Web

Para llevar a cabo la solución al problema planteado en la introducción, se propone el desarrollo de una aplicación Web moderna y eficiente con el fin de brindar una buena experiencia de usuario. Para conseguir esto se plantea la creación de una **SPA** siguiendo una arquitectura **MVC** y prestando especial atención a la usabilidad. A continuación, se profundizará en todos estos aspectos, así como el marco tecnológico que se sugiere utilizar.

3.1.1. Arquitectura MVC

Con una arquitectura **MVC**, tal y como explica Hernández [33], se conseguirá fortalecer la robustez y escalabilidad de la aplicación, al dividir el código en tres componentes principales, cada uno con responsabilidades específicas, lo que facilita la organización, el mantenimiento y la expansión esenciales en una aplicación moderna y eficiente. Estos tres componentes consisten en: Modelo, Vista y Controlador.

1. **Modelo:** Encargado de gestionar los datos y la lógica. En el contexto de la aplicación de diagnóstico de fibromialgia, el Modelo podría ser responsable de la manipulación de datos relacionados con los pacientes, resultados de diagnóstico y cualquier información relevante para el proceso de evaluación médica.
2. **Vista:** Representa la interfaz de usuario y se encarga de la presentación de datos. La Vista

en este caso sería responsable de mostrar al usuario la información crucial de manera clara y comprensible, teniendo un gran enfoque en la usabilidad.

3. **Controlador:** Gestiona la interacción del usuario y actúa como intermediario entre el Modelo y la Vista. El Controlador sería responsable de procesar las acciones del usuario, actualizar el Modelo según sea necesario y coordinar la presentación actualizada a través de la Vista.

Esta división clara de responsabilidades, que se puede ver en la Figura 3.1, no solo facilita el desarrollo y la mantenibilidad del código, sino que también proporciona una base sólida para futuras expansiones y mejoras en la aplicación.

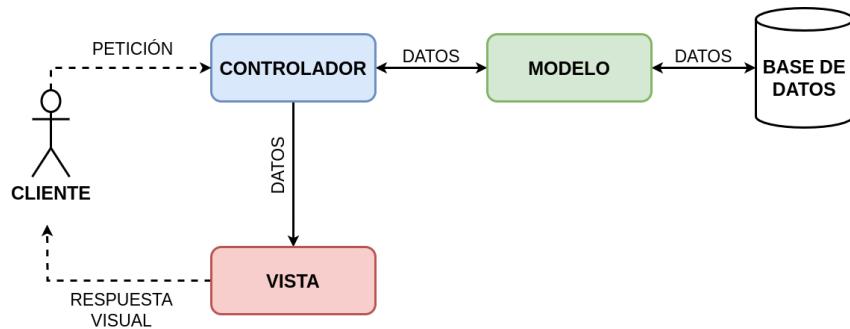


Figura 3.1: Arquitectura MVC

Una vez presentada la arquitectura, resulta fundamental explorar la tecnología de las SPA, la cual será detallada en el próximo punto.

3.1.2. Tecnología SPA

Las SPA, como se detalla en el capítulo anterior y señala BasuMallick [7], ofrecen la ventaja crucial de posibilitar la interacción del usuario sin tener que recargar la página. Esta característica contribuye de manera significativa a la reducción del tiempo de carga, lo que, a su vez, se traduce en una mejora sustancial en la velocidad de la aplicación. Al prescindir de la recarga de la página, solo es necesario intercambiar datos, mientras que recursos fundamentales como HTML y CSS se cargan de manera única al inicio.

Además, las SPA pueden incorporar las funcionalidades de las PWA, permitiendo su uso incluso cuando no hay conexión a internet. Esto lo consiguen las SPA enviando una única petición al servidor, para luego guardar y almacenar lo que recibe en el caché, permitiendo sincronizar los datos del servidor cuando la conexión lo permita.

Asimismo, las SPA permiten crear aplicaciones Web con una compatibilidad multiplataforma, teniendo la posibilidad de utilizar la aplicación en cualquier dispositivo, navegador y sistema

operativo.

Finalmente, es importante destacar que en una **SPA** se utiliza un enrutamiento en el lado del cliente, lo que implica que, aunque la **URL** pueda cambiar visualmente, en realidad no se está cambiando de página, sino que se está renderizando nuevo contenido en la misma página donde se encuentra el usuario. Esta dinámica proporciona un feedback al usuario al cambiar la **URL**.

En conclusión, con todas estas características, las **SPA** mejoran significativamente la experiencia del usuario gracias a la velocidad, la posibilidad de utilizarla offline y en cualquier dispositivo. Sin embargo, para potenciar aún más esta experiencia, es crucial centrarse en la usabilidad de la aplicación, un aspecto que se explorará con más detalle en el próximo punto.

3.1.3. Usabilidad como Características Clave

Diseñar una interfaz intuitiva y usable que responda a las necesidades del usuario final, haciendo que sea tanto fácil de utilizar como de aprender, es esencial en una aplicación Web que quiera brindar una gran experiencia de usuario.

La creación de una interfaz intuitiva implica la adopción de elementos visuales y de diseño que reflejen la lógica y el flujo de trabajo esperado por el usuario. Se busca minimizar la curva de aprendizaje, permitiendo que tanto profesionales de la salud como pacientes puedan interactuar de manera natural con la aplicación desde el primer momento. La disposición lógica de los elementos, la claridad en las indicaciones y la consistencia en el diseño contribuirán a una experiencia de usuario sin complicaciones.

En paralelo, se plantea la implementación de un *diseño responsive*, como expone Mozilla [59], con el cual se conseguirá una adaptación fluida para los diversos tamaños de pantalla. Después de todo, la gran variabilidad de dispositivos que existen, como ordenadores, tablets y teléfonos móviles, requiere que la interfaz sea flexible y se ajuste de manera óptima a cada contexto. Esta adaptabilidad no solo mejora la accesibilidad, sino que también proporciona una experiencia consistente y agradable independientemente del dispositivo utilizado.

En conclusión, la creación de una interfaz intuitiva y responsive es un elemento clave para ofrecer una experiencia de usuario positiva en la aplicación web. Estos aspectos se integran dentro del marco tecnológico propuesto para la creación de la aplicación web, el cual será detallado en el siguiente punto.

3.1.4. Marco Tecnológico

Dentro del marco tecnológico, se distinguen diversas tecnologías agrupadas en dos categorías principales: FrontEnd y BackEnd.

- **FrontEnd**

- **Lenguaje de marcado:** HTML
- **Lenguaje de diseño gráfico:** CSS
- **Lenguaje de programación:** TypeScript [46]
- **Framework:** React [20]
- **Herramienta:** Vite [84]
- **Librería destacada:** ECharts [4]

- **BackEnd**

- **Lenguaje de programación:** TypeScript [46]
- **Entorno de desarrollo:** Node.js [14]
- **Framework:** Express.js [64]
- **Base de datos:** MongoDB [52]
- **Librerías destacadas:** Zod [45]

Estas tecnologías han sido seleccionadas cuidadosamente con el objetivo de implementar el stack *MERN* utilizando *TypeScript* como lenguaje central. El propósito es lograr el desarrollo de una aplicación Web moderna y eficiente que abarque tanto el lado del cliente como el del servidor. A continuación, se detallan a fondo cada una de estas tecnologías.

Por un lado, en el FrontEnd, se opta por tecnologías líderes en la industria, como **HTML**, **CSS**, **TypeScript** y **React**. Estas elecciones proporcionan una estructura sólida para la creación de interfaces de usuario dinámicas y atractivas. Además, se utilizará *Vite* como herramienta de construcción, ofreciendo un entorno de desarrollo rápido y liviano que contribuye a la eficiencia del proceso de desarrollo. Finalmente, en el lado del cliente, se resalta la elección de la librería *ECharts* para la visualización de datos.

Por otro lado, en el BackEnd, se repite la elección de *TypeScript* dentro del entorno de *Node.js*. Este último será respaldado por *Express.js* como framework, proporcionando un entorno ágil y escalable para la gestión eficiente de las operaciones del servidor. El stack *MERN* se solidifica al optar por *MongoDB* como base de datos, destacándose por su capacidad de almacenamiento flexible y escalable. La interfaz con esta base de datos se simplifica mediante el uso de la librería *Zod*, que ofrece una manera eficiente de definir y validar los esquemas de datos en *TypeScript*, facilitando así el acceso y la manipulación de los datos de manera eficaz.

Todas estas tecnologías están interrelacionadas, como se ilustra en la Figura 3.2. Esta figura

no solo presenta la implementación de la arquitectura **MVC** previamente mencionada, sino que también muestra una clara división en tres secciones: Cliente, Servidor y Base de Datos.

- **Cliente:** En la sección del cliente, se incorpora toda la tecnología presentada anteriormente en el FrontEnd. Además, esta sección representa la Vista en la arquitectura **MVC**.
- **Servidor:** En esta sección, se observa la mayoría de la tecnología presentada en el BackEnd. Además, esta sección contiene tanto el Controlador, el cual sería la **API REST** utilizando el framework *Express*, como el Modelo utilizando el cliente oficial de *MongoDB*. Los datos que son pasados del controlador al modelo se validan empleando la librería *Zod*.
- **Base de Datos:** Aquí se destaca el uso de la base de datos no relacional *MongoDB* empleando la herramienta *MongoDB Atlas*, que sirve como el componente clave para el almacenamiento de datos.

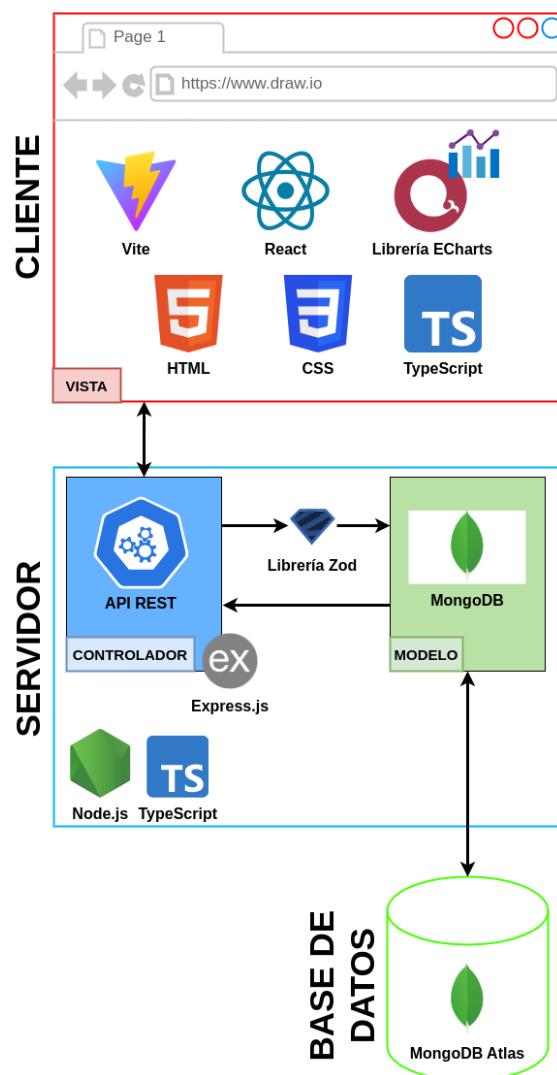


Figura 3.2: Arquitectura tecnológica

En resumen, la combinación de la tecnología presentada, respaldada por una arquitectura **MVC**, tecnología **SPA** y una interfaz usable, garantiza que la aplicación sea tanto moderna como eficiente, brindando una experiencia positiva al usuario. Sin embargo, para lograr una implementación exitosa de dicha aplicación Web, es esencial seguir una metodología de desarrollo adecuada, la cual será detallada en el próximo punto.

3.2. Metodología de Desarrollo

En el contexto de la metodología de desarrollo a seguir, se ha optado por adoptar la metodología ágil, específicamente Scrum. En este apartado, se proporcionará una justificación exhaustiva de la elección de Scrum como marco de trabajo. Además, se explorará el flujo de trabajo característico de esta metodología, y se detallarán las adaptaciones específicas realizadas para asegurar la alineación con los objetivos y características particulares del proyecto.

3.2.1. Justificación

Para justificar la elección de la metodología de Scrum, es esencial conocer en primer lugar la decisión de adoptar una metodología ágil para el desarrollo de la aplicación Web. Esta elección se fundamenta principalmente en tres razones: flexibilidad ante cambios, entregas continuas y una colaboración activa con el cliente. A continuación, se detallan cada una de estas razones.

1. **Flexibilidad ante cambios:** Los proyectos de desarrollo de aplicaciones Web a menudo enfrentan cambios en los requisitos del cliente. Las metodologías ágiles están diseñadas para adaptarse fácilmente a cambios, permitiendo una respuesta rápida y eficiente a las necesidades cambiantes a lo largo del ciclo de vida del proyecto.
2. **Entregas iterativas y continuas:** Las metodologías ágiles promueven entregas iterativas y continuas de incrementos de software funcional. En el contexto de una aplicación Web, esto significa que se pueden entregar funcionalidades tangibles en intervalos cortos, lo que facilita la obtención de retroalimentación temprana y la posibilidad de ajustar el enfoque según las necesidades cambiantes del usuario.
3. **Colaboración activa con el cliente:** La interacción continua con el cliente es un pilar fundamental de las metodologías ágiles. En el desarrollo de aplicaciones Web, donde la experiencia del usuario es crucial, la colaboración directa con el cliente asegura una comprensión precisa de sus expectativas y permite ajustes rápidos para garantizar la satisfacción del usuario final.

Sin embargo, como se ha mencionado previamente, dentro de las metodologías ágiles, la elección específica ha sido Scrum. A continuación, se detallan las razones principales para elegir

dicha metodología.

1. **Roles claros y definidos:** Scrum define roles específicos como el Scrum Master, Product Owner y Desarrolladores, proporcionando claridad en las responsabilidades y contribuyendo a una gestión eficaz del proyecto.
2. **Estructura de Sprints:** La división del proyecto en Sprints permite entregas incrementales regulares, lo cual es beneficioso en el desarrollo Web para mantener un ritmo constante de desarrollo y despliegue de funcionalidades.
3. **Foco en la colaboración:** Scrum promueve la colaboración continua entre los miembros del equipo y el cliente, facilitando la resolución rápida de problemas y la adaptación a los cambios de manera conjunta.
4. **Gestión efectiva de los requisitos:** La gestión del PB en Scrum permite la priorización y adaptación de los requisitos, especialmente importante en el desarrollo Web, donde la variedad de funcionalidades puede ser extensa.
5. **Mejora continua a través de la retroalimentación:** Los eventos de revisión y retrospectiva en Scrum proporcionan oportunidades cruciales para la mejora continua, permitiendo ajustar enfoques y procesos según la retroalimentación del equipo y del cliente.

En conclusión, la elección de Scrum como metodología ágil para el desarrollo de la aplicación Web se fundamenta en sus principios sólidos, su enfoque estructurado y su capacidad para adaptarse a las complejidades del desarrollo de software en el entorno dinámico de la Web.

Una vez se conoce la justificación de la elección de Scrum, es esencial conocer exactamente cómo es el flujo de dicha metodología, lo cual se explicará en el siguiente punto.

3.2.2. Scrum

Scrum se destaca como una metodología ágil que brinda apoyo a individuos y equipos en la creación de soluciones adaptables para desafíos complejos. Su implementación eficaz demanda la colaboración de un equipo compacto, típicamente compuesto por 10 personas o menos. Este equipo se distingue por su estructura no jerárquica, su versatilidad multifuncional y su capacidad de autogestión. En este contexto, Scrum define tres roles específicos, cada uno desempeñando una función crucial: Desarrolladores, Product Owner y Scrum Master.

1. **Desarrolladores:** Este grupo asume la responsabilidad de llevar a cabo el desarrollo del producto, transformando elementos de la lista de requisitos en incrementos funcionales del software.
2. **Product Owner:** Representa a todas las partes interesadas del producto y se encarga de maximizar su valor para clientes, usuarios y demás involucrados. Su enfoque se centra en

la toma de decisiones orientada a los objetivos.

3. **Scrum Master:** Juega un papel vital en garantizar el correcto funcionamiento de la metodología Scrum. Facilita la comprensión de la teoría y práctica de Scrum tanto dentro del equipo como en toda la organización. Además, se esfuerza por eliminar obstáculos y fomentar un entorno favorable para la colaboración y mejora continua.

Esta estructura de roles en Scrum establece un equilibrio que promueve la eficiencia, la flexibilidad y la adaptabilidad, elementos clave para abordar la complejidad de los proyectos de desarrollo de software. No obstante, Scrum no se limita únicamente a roles específicos, sino que también incorpora una serie de eventos que tienen lugar en cada iteración, la cual es comúnmente llamada Sprint.

El **Sprint** funciona como un contenedor que abarca los distintos eventos, con una duración preestablecida de un mes o menos. Tan pronto como concluye un Sprint, el siguiente comienza de inmediato. Dichos eventos están diseñados para fomentar la colaboración y la transparencia, y desempeñan un papel esencial en el éxito de la metodología Scrum. Los eventos clave en Scrum incluyen: Planificación del Sprint, Scrum Diario, Revisión del Sprint y Retrospectiva del Sprint.

1. **Planificación del Sprint:** En este evento, el equipo define el trabajo a realizar durante el próximo Sprint. Se seleccionan elementos del **PB** para abordar en el Sprint y se establece un objetivo claro.
2. **Scrum Diario:** Este evento diario brinda la oportunidad a los miembros del equipo para sincronizar sus actividades, compartir actualizaciones sobre su progreso, identificar posibles obstáculos y ajustar la planificación según sea necesario.
3. **Revisión del Sprint:** Al final de cada Sprint, el equipo presenta el trabajo completado al Product Owner y otros interesados. Se obtiene retroalimentación y se ajustan las prioridades para el próximo Sprint.
4. **Retrospectiva del Sprint:** Después de la revisión del Sprint, el equipo reflexiona sobre su desempeño, identifica áreas de mejora y establece acciones para implementar en el próximo Sprint con el fin de mejorar la calidad y la eficacia.

Estos eventos proporcionan un marco temporal y oportunidades para la colaboración, asegurando que el equipo se adapte continuamente y entregue valor de manera consistente. La interacción entre los miembros del equipo y la participación activa en estos eventos son esenciales para un correcto flujo de trabajo en Scrum.

Finalmente, el equipo también interactúa con diferentes artefactos en el contexto de Scrum. Estos artefactos proporcionan transparencia y visibilidad sobre el trabajo realizado, el trabajo por hacer y el estado general del proyecto. Los principales artefactos en Scrum son: Product Backlog,

Sprint Backlog, Incremento.

1. **Product Backlog:** Esta lista priorizada de elementos describe las funcionalidades, mejoras y correcciones deseadas para el producto. Los desarrolladores junto con la ayuda del Product Owner son responsables de gestionar y priorizar este backlog, asegurándose de que siempre refleje las necesidades más importantes del cliente y del negocio.
2. **Sprint Backlog:** Durante la planificación del Sprint, el equipo selecciona elementos del PB para abordar en el Sprint. Estos elementos se trasladan al SB, que sirve como una lista detallada de las tareas que el equipo planea completar durante el Sprint.
3. **Incremento:** Este es el resultado del trabajo del equipo al final de cada Sprint. Es un producto potencialmente entregable que incluye todas las funcionalidades completadas durante el Sprint.

Estos artefactos proporcionan una representación clara de las metas y el progreso del equipo. La interacción efectiva con estos elementos asegura una comprensión compartida de las prioridades y una adaptabilidad continua durante el desarrollo del producto en el marco de Scrum.

La información presentada anteriormente se ha obtenido de “La Guía de Scrum” [76] por Schwaber y Sutherland. En conclusión, la interacción de todos estos elementos en la metodología Scrum se ilustra en la figura 3.3. Comienza con la reunión de planificación, en la que participan todos los roles, marcando así el inicio del Sprint. Este Sprint tiene una duración máxima de 4 semanas y se acompaña de reuniones diarias realizadas por el equipo de desarrollo. Durante el Sprint, se llevan a cabo las tareas del SB, seleccionadas previamente del PB, y culminan en un incremento al final del Sprint. A continuación, se llevan a cabo la reunión de revisión y la retrospectiva, nuevamente con la participación de todo el equipo Scrum.

No obstante, para la ejecución de este proyecto, ha sido esencial realizar adaptaciones específicas de la metodología, las cuales se detallan en el siguiente apartado.

3.2.3. Adaptación

Como se ha expuesto anteriormente, Scrum proporciona una estructura bien definida con roles específicos, eventos y artefactos; no obstante, su flexibilidad permite adaptaciones según las particularidades de cada proyecto. En el caso de este proyecto, se enfrenta a limitaciones y condiciones específicas que han influido en la configuración tradicional de Scrum.

Por un lado, una consideración clave radica en la **reducida composición del equipo**, conformado exclusivamente por el autor del proyecto y los dos tutores. Ante esta restricción, se han realizado ajustes en la asignación de roles:

- El equipo de desarrollo estará compuesto únicamente por un desarrollador, en este caso,

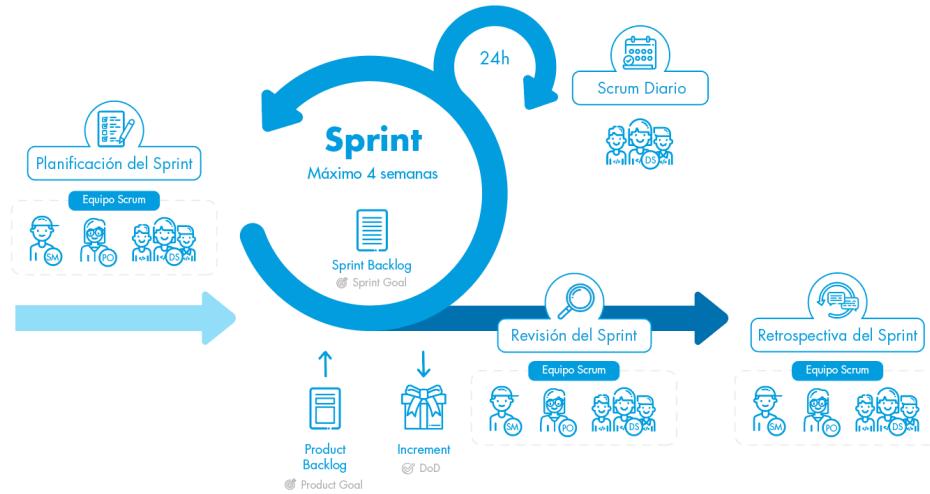


Figura 3.3: Flujo de la metodología Scrum [73]

el propio autor del proyecto.

- Los roles de Scrum Master y Product Owner se han asignado a ambos tutores, quienes desempeñarán estas funciones de manera colaborativa.

Por otro lado, otra consideración del proyecto es la **limitación de disponibilidad diaria**, la cual impide la realización de las reuniones diarias. Sin embargo, a pesar de esta baja disponibilidad, las reuniones de planificación, revisión y retrospectiva sí serán realizadas, llevándose a cabo en el mismo día.

Estas adaptaciones han sido cuidadosamente diseñadas para mantener la integridad del marco de trabajo Scrum mientras se ajusta a las circunstancias particulares del proyecto. Aunque las modificaciones se han realizado por necesidad, se busca preservar los principios fundamentales de Scrum, como la transparencia, la inspección y la adaptación, para lograr un desarrollo efectivo y un producto final de alta calidad.

Una vez se conoce la metodología que guiará el desarrollo del proyecto, resulta esencial conocer las herramientas que serán utilizadas durante el mismo. Estas herramientas serán expuestas en la siguiente sección.

3.3. Herramientas

Existe una amplia variedad de herramientas disponibles para facilitar el desarrollo de un proyecto. A continuación, se detallarán las distintas herramientas que se emplean en este proyecto, organizadas en tres categorías principales: gestión de proyectos, documentación y desarrollo.

3.3.1. Gestión de Proyecto

En el ámbito de la gestión de proyectos, se han seleccionado las siguientes herramientas:

- **Planificación del proyecto:** GitHub Projects y Excel [48]
- **Comunicación y reuniones:** Outlook [51], Microsoft Teams [49] y OneDrive [50]
- **Control de versiones:** Git [79] y GitHub [69]

Para la planificación detallada del proyecto, se implementará *Github Projects*, una herramienta que simplifica la creación de tableros adaptados al flujo de trabajo de la metodología Scrum, detallada previamente. Esta plataforma será complementada con el uso de Excel, aplicación de hojas de cálculo proporcionada por *Microsoft*, la cual será utilizada para la creación de los diferentes BC destinados a evaluar el trabajo realizado en cada sprint.

Especificamente, se utilizará la plantilla diseñada siguiendo los pasos expuestos por Swam [77]. La representación visual de esta plantilla se muestra en la Figura 3.4, la cual consiste en una tabla que incluye fechas, el peso planificado de las HU a realizar cada día, el peso real de las HU completadas diariamente y el peso “quemado” en relación con el peso total del Sprint.

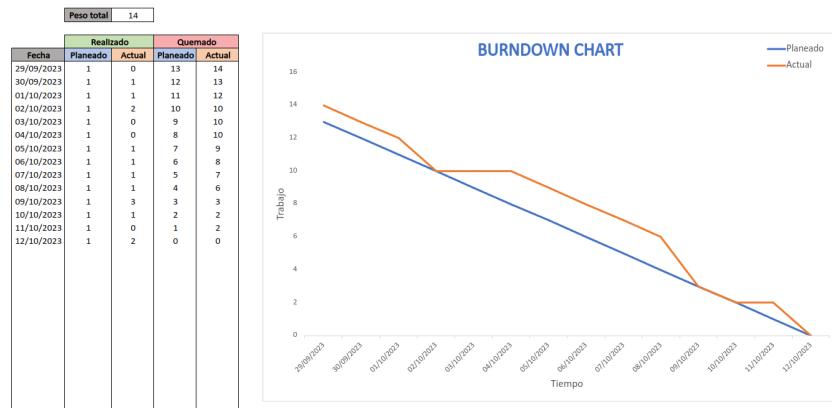


Figura 3.4: Plantilla utilizada para la creación del BC

En términos de comunicación y reuniones entre los miembros del equipo, se aprovechará el entorno proporcionado por *Microsoft*. Esto incluye el uso de *Outlook* para el envío de correos electrónicos, *Microsoft Teams* para facilitar reuniones virtuales y *OneDrive* para la compartición de archivos.

Finalmente, para gestionar el control de versiones tanto de la documentación como de la aplicación Web, se empleará *Git* junto con *GitHub*. En esta última, se creará una organización, la cual estará configurada con los distintos miembros del equipo, permitiendo la gestión de repositorios, así como del proyecto a través de la herramienta *Github Projects* mencionada anteriormente.

En conjunto, todas estas herramientas permitirán tener una gestión del proyecto adecuada desde la fase de planificación hasta el despliegue. No obstante, el éxito en el desarrollo de un proyecto no solo depende del uso adecuado de herramientas para gestionarlo, sino también de la correcta documentación. A continuación, en la siguiente sección, se detallarán las herramientas específicas utilizadas para documentar de manera efectiva cada aspecto del proyecto.

3.3.2. Documentación

En lo que respecta a las herramientas destinadas a la documentación del proyecto, se han seleccionado las siguientes:

- **Lenguaje de marcado:** Markdown [28]
- **Editor de texto:** Typora [5]
- **Generación de documento:** Plantilla de Félix Albertos [1]
- **Diagramas:** Diagrams.net [2] y PlantUML [74]
- **Diseño de prototipos:** Excalidraw [19] y Figma [21]

Por un lado, la documentación se redacta utilizando el lenguaje de marcado *Markdown*, que simplifica la aplicación de formato a un texto plano mediante caracteres especiales. Para esta tarea, se utiliza el editor *Typora*, elegido por su experiencia de escritura sin distracciones y su fácil manejo. En cuanto a la generación del documento con el formato adecuado, se emplea la plantilla proporcionada por el tutor Félix Albertos. Esta plantilla, diseñada específicamente para la elaboración del **TFG**, elimina las posibles preocupaciones de formato al utilizar *Markdown* como entrada.

Por otro lado, en el caso de necesitar desarrollar diagramas, se recurrirá a *Diagrams.net* y a la sintaxis de *PlantUML*. Finalmente, para el diseño de los prototipos a implementar, se utilizará *Excalidraw* para los no interactivos y *Figma* para los más avanzados e interactivos.

Con la combinación de todas estas herramientas se conseguirá crear un flujo de trabajo documental eficiente y versátil, optimizando la redacción, formato, generación del documento y diseño de interfaces en el proyecto. Sin embargo, una vez se han presentado las herramientas destinadas a la documentación, es esencial pasar a detallar las distintas herramientas específicas utilizadas en el desarrollo del proyecto.

3.3.3. Desarrollo

Finalmente, dentro de las herramientas de desarrollo, se contemplan las que se enumeran a continuación:

- **Editor de código:** Visual Studio Code [47]
- **Extensión destacada:** Rest Client [43]
- **Gestión de bases de datos:** MongoDB Compass [54] y MongoDB Atlas [53]
- **Gestor de paquetes:** pnpm [68]

Se destaca la elección de *Visual Studio Code* como editor de código, una decisión respaldada por su extraordinaria popularidad, su extensibilidad y sus potentes características que impulsan la productividad del desarrollador. Además, para facilitar el desarrollo de la aplicación Web, se hará uso de varias extensiones, destacando especialmente la extensión *REST Client*, que permite probar los distintos endpoints de la [API](#).

En cuanto a la gestión de la base de datos de *MongoDB*, se empleará *MongoDB Compass* para administrar los datos en local y *MongoDB Atlas* para gestionarlos en la nube, aprovechando los 512 MB gratuitos que proporciona.

Finalmente, se optará por *pnpm* como gestor de paquetes. La elección de pnpm se fundamenta en su capacidad para mejorar la eficiencia en la gestión de dependencias, posibilitando una instalación y actualización más rápida y coherente de bibliotecas y herramientas.

La integración de todas estas herramientas está diseñada para potenciar de manera significativa el desarrollo de la aplicación Web, estableciendo así una base sólida y eficiente que respaldará el logro exitoso de los objetivos del proyecto.

Con la presentación detallada de las diversas herramientas seleccionadas para el proyecto, junto con la metodología propuesta y la solución planteada, el próximo capítulo abordará el resultado final de la aplicación Web.

Capítulo 4

Resultado

En este capítulo, se proporcionará un detallado análisis de la aplicación Web desarrollada durante el proyecto, acompañado de diversos diagramas y capturas de pantalla que ilustran su funcionamiento. Se explicará en detalle las funcionalidades y la arquitectura del sistema implementado. También, se ofrecerá una guía completa para su utilización. Además, se examinará las diversas técnicas de visualización de datos empleadas y se detallará la compatibilidad del sistema con los diferentes dispositivos.

4.1. Funcionalidades del Sistema

Antes de pasar a explicar el resultado final de la aplicación Web es fundamental detallar las diferentes funcionalidades que se han implementado. Para ello, se debe comprender que la aplicación Web tenía como objetivo el diagnóstico de la fibromialgia a través del movimiento. No obstante, este proyecto se concentra en la parte visual del lado del cliente, es decir, en la representación de los datos recopilados, los cuales se analizarán para comprender mejor el problema de la fibromialgia.

Para que este sistema pueda lograr dicho objetivo, es esencial que cumpla con los diferentes casos de uso que muestra la Figura 4.1. Los cuales son repartidas en dos roles: administradores y médicos.

Por un lado, los administradores deben poder iniciar sesión y tener la capacidad de consultar, añadir, editar y eliminar otros administradores y médicos.

Por otro lado, los médicos deben poder iniciar sesión en la aplicación y tener la capacidad de consultar, añadir, editar y eliminar tanto médicos como pacientes. También deben tener la capacidad de añadir, gestionar y consultar las pruebas realizadas a los pacientes, además de poder re

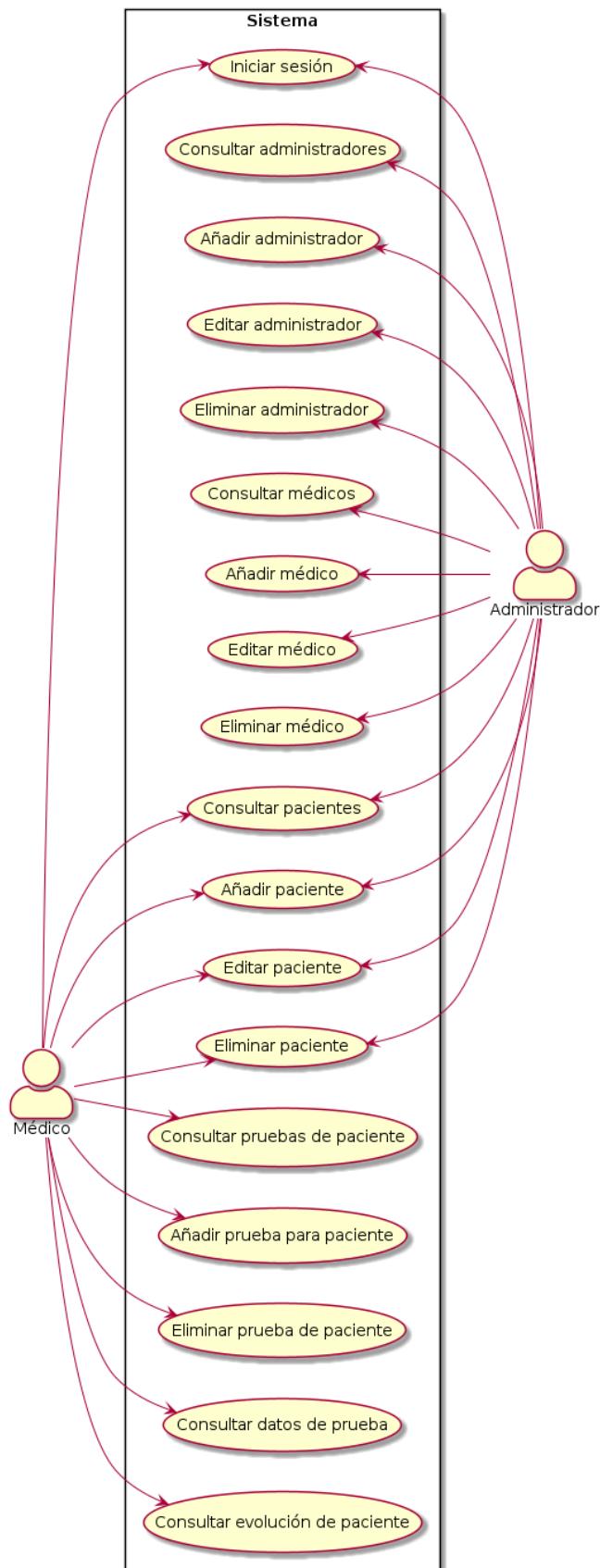


Figura 4.1: Diagrama de casos de uso

sar la evolución del paciente según los resultados de estas pruebas. Finalmente, es importante destacar que la visualización de los datos será crucial en la consulta de las diferentes pruebas.

Una vez que se comprenden las diversas funcionalidades del sistema, es esencial pasar a conocer su arquitectura, la cual se detalla en el siguiente punto.

4.2. Arquitectura del Sistema

Como se explicó en el capítulo anterior, la aplicación Web ha sido implementada empleando una arquitectura **MVC**, la cual se ilustra en la Figura 4.2 como un diagrama de clases. Es importante destacar que la aplicación ha sido desarrollada utilizando *TypeScript*, un lenguaje que, si bien no es orientado a objetos, se utiliza el diagrama de clases por su facilidad de comprensión.

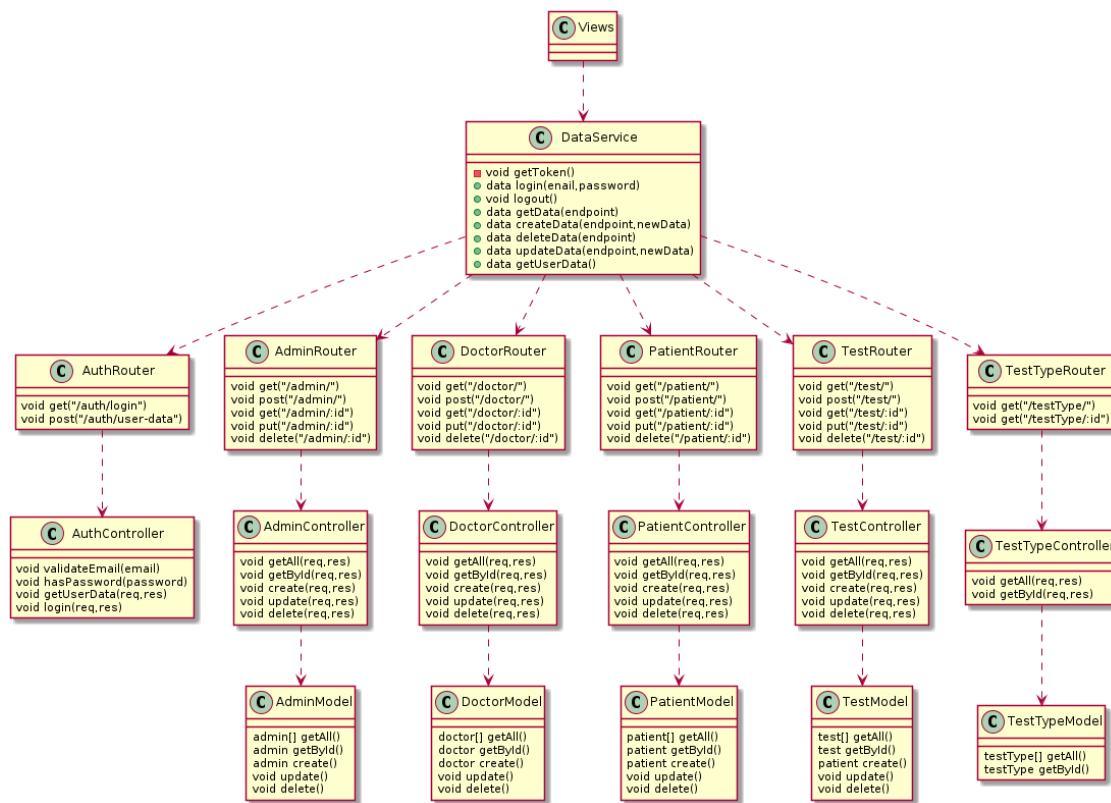


Figura 4.2: Diagrama de clases ilustrando una arquitectura MVC

En el diagrama, se pueden observar las diferentes clases distribuidas de abajo hacia arriba, principalmente en los siguientes grupos:

- **Modelos:** Estas clases acceden a la base de datos.
- **Controladores:** Utilizan los diferentes modelos para responder a las diversas solicitudes.

- **Rutas:** Son fundamentales para el desarrollo de la **API** de la aplicación Web. Cuando se solicita un recurso asignado a ellas, invocan al controlador correspondiente.
- **DataService:** Esta clase del lado del cliente se encarga de solicitar los diferentes recursos a la **API** a través de las rutas.
- **Vistas:** Representan las distintas páginas y ventanas modales de la aplicación Web. Utilizan la clase *DataService* para acceder a los recursos de la base de datos.

Además de emplear la arquitectura **MVC**, la aplicación Web se trata de una **SPA**. Como se explicó en capítulos anteriores, esto implica un enrutado en el lado del cliente, lo que hace que la aplicación Web simule el movimiento entre páginas, a pesar de que en realidad sea una única página.

Por último, se anima a leer el Anexo C, donde se muestran los diferentes diagramas diseñados durante el desarrollo del sistema y se profundiza más en la arquitectura del sistema.

Ahora que se conoce la arquitectura de la aplicación Web desarrollada, en el siguiente punto se proporcionará una guía para su utilización.

4.3. Guía de Utilización

4.3.1. Instalación

4.3.2. Rol de Administrador

4.3.3. Rol de Médico

4.4. Análisis de Técnicas de Visualización Utilizadas

4.5. Compatibilidad del Sistema

Capítulo 5

Evaluación del Sistema

5.1. Introducción de la Evaluación

5.2. Presentación de los Resultados

5.2.1. Descripción del Sistema

5.2.2. Objetivos de la Evaluación

5.2.3. Participantes

5.2.4. Descripción de las Tareas

5.2.5. Diseño Experimental

5.2.6. Métricas de Usabilidad

5.2.7. Resultados

5.3. Resumen de la Evaluación

Capítulo 6

Conclusiones

6.1. Revisión de los Objetivos

6.2. Competencias Adquiridas

6.3. Trabajo Futuro

Bibliografía

- [1] Albertos, F. *Template for the Bachelor's Final Project (TFG)*. https://www.felixalbertos.com/resources/downloads/tfg_template.html (Último acceso: 17-02-2024).
- [2] Alder, G. *Diagrams.net*. <https://app.diagrams.net/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [3] Alona, O. Software Development Life Cycle: An Ultimate Guide. <https://qarea.com/blog/software-development-life-cycle-guide> (Último acceso: 17-02-2024).
- [4] Apache ECharts. <https://echarts.apache.org/en/index.html> (Último acceso: 17-02-2024).
- [5] Appmakes Typora. <https://typora.io/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [6] Baryshevskiy, A. The Latest Trends in Web App Development for 2023: What to Expect from the Industry. <https://themindstudios.com/blog/web-app-development-trends/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [7] BasuMallick, C. What Is a Single-Page Application? Architecture, Benefits, and Challenges. <https://www.spiceworks.com/tech/devops/articles/what-is-single-page-application/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [8] Bostock, M. D3.js. <https://d3js.org/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [9] Cabello, R. Three.js. <https://threejs.org/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [10] Campana, N. Tech Stack: Overview Of The Top Technologies of 2022. <https://www.freelancermap.com/blog/tech-stack/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [11] Chart.js Getting Started. <https://www.chartjs.org/docs/latest/getting-started/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [12] Cherni, B. 2019. *Programming TypeScript making your JavaScript applications scale*. O'Reilly.

- [13] Clark, H. The Software Development Life Cycle (SDLC): 7 Phases and 5 Models. <https://theproductmanager.com/topics/software-development-life-cycle/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [14] Dahl, R. *Node.js*. <https://nodejs.org/en> (Último acceso: 17-02-2024).
- [15] Django Software Foundation *Django*. <https://www.djangoproject.com/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [16] Docker Use containers to Build, Share and Run your applications. <https://www.docker.com/resources/what-container/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [17] Downie, N. *Chart.js*. <https://www.chartjs.org/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [18] Espírito, D. Top 5 main Agile methodologies: advantages and disadvantages. <https://www.xpand-it.com/blog/top-5-agile-methodologies/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [19] Excalidraw *PlantUML at a Glance*. <https://plantuml.com/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [20] Facebook *React*. <https://es.react.dev/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [21] Figma, Inc. *Figma*. <https://www.figma.com/> (Último acceso: 11-03-2024).
- [22] Google *Angular*. <https://angular.io/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [23] Google *Kubernetes*. <https://kubernetes.io/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [24] Granollers, T M étodos evaluaci ón usabilidad. <https://mpiua.invid.udl.cat/fases-mpiua/evaluacion/metodos-evaluacion-usabilidad/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [25] Granollers, T. La Interacci ón Persona-Ordenador. <https://mpiua.invid.udl.cat/la-interaccion-persona-ordenador/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [26] Granollers, T. Usabilidad. <https://mpiua.invid.udl.cat/usabilidad/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [27] Granollers, T. User eXperience (UX). <https://mpiua.invid.udl.cat/user-experience/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [28] Gruber, J.; Swartz, A. *Markdown*. <https://markdown.es/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [29] Harris, R. *Svelte*. <https://svelte.dev/> (Último acceso: 17-02-2024).

- [30] Hassan-Montero, S., Y.; Ortega-Santamaría 2009. *Informe APEI sobre usabilidad*. APEI, Asociación Profesional de Especialistas en Información.
- [31] Hassenzahl, N., M.; Tractinsky 2006. User experience - a research agenda [editorial]. *Behavior & Information Technology*. 25, 2 (2006), 91–97.
- [32] Heinemeier, D. *Ruby on Rails*. <https://rubyonrails.org/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [33] Hernández, U. MVC (Model, View, Controller) explicado. <https://codigofacilito.com/articulos/mvc-model-view-controller-explicado> (Último acceso: 17-02-2024).
- [34] Highsoft AS *Highcharts*. <https://www.highcharts.com/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [35] Holmes, B. Understanding single page apps & client-side routing. <https://bholmes.dev/blog/spas-clientside-routing/> (Último acceso: 07-03-2024).
- [36] Holtz, Y.; Healy, C. From Data to Viz. <https://www.data-to-viz.com/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [37] Hykes S. *Docker*. <https://www.docker.com/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [38] International Organization for Standardization 1998. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs)-part 11: Guidance on usability.
- [39] International Organization for Standardization 2008. Ergonomics of human system interaction – part 210: Human-centred design for interactive systems (formerly known as 13407).
- [40] International Organization for Standardization 1991. Software engineering-product quality.
- [41] Lean Sigma Corporation Box Plot with Minitab. <https://leansigmacorporation.com/box-plot-with-minitab/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [42] Majorek, J. 19 Best JavaScript Data Visualization Libraries. <https://www.monterail.com/blog/javascript-libraries-data-visualization> (Último acceso: 17-02-2024).
- [43] Mao, H. *REST Client*. <https://marketplace.visualstudio.com/items?itemName=humao.rest-client> (Último acceso: 17-02-2024).
- [44] Matsumoto, Y. *Ruby*. <https://www.ruby-lang.org/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [45] McDonnell, C. *Zod*. <https://zod.dev/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [46] Microsoft *TypeScript*. <https://www.typescriptlang.org/> (Último acceso: 17-02-2024).

- [47] Microsoft *Visual Studio Code*. <https://code.visualstudio.com/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [48] Microsoft *Excel*. <https://www.microsoft.com/es-es/microsoft-365/excel%0Ahttps://www.microsoft.com/es-es/microsoft-teams/log-in> (Último acceso: 17-02-2024).
- [49] Microsoft *Microsoft Teams*. <https://www.microsoft.com/es-es/microsoft-teams/log-in> (Último acceso: 17-02-2024).
- [50] Microsoft *OneDrive*. <https://www.microsoft.com/es-es/microsoft-365/onedrive/online-cloud-storage> (Último acceso: 17-02-2024).
- [51] Microsoft *Outlook*. <https://www.microsoft.com/es-es/microsoft-365/outlook/email-and-calendar-software-microsoft-outlook> (Último acceso: 17-02-2024).
- [52] MongoDB, Inc. *MongoDB*. <https://www.mongodb.com/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [53] MongoDB, Inc. *MongoDB Atlas*. <https://www.mongodb.com/es/atlas/database> (Último acceso: 17-02-2024).
- [54] MongoDB, Inc. *MongoDB Compass*. <https://www.mongodb.com/products/tools/compass> (Último acceso: 17-02-2024).
- [55] Morville, P. 2005. Experience design unplugged. *ACM SIGGRAPH 2005 web program (SIGGRAPH '05)* (New York, USA, 2005), Article 10.
- [56] Mozilla *Ajax*. <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Glossary/AJAX> (Último acceso: 28-02-2024).
- [57] Mozilla *CSS*. <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/CSS> (Último acceso: 17-02-2024).
- [58] Mozilla *HTML*. <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/HTML> (Último acceso: 17-02-2024).
- [59] Mozilla *Responsive design*. https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Learn/CSS/CSS_layout/Responsive_Design#see_also (Último acceso: 17-02-2024).
- [60] Mozilla *Uso de Fetch*. https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/API/Fetch_API/Using_Fetch (Último acceso: 28-02-2024).
- [61] Neo4j *Neo4j*. <https://neo4j.com/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [62] Nielsen, J. 1993 (Último acceso: 17-02-2024). *Usability Engineering*.
- [63] O. Wilke, C. Fundamentals of Data Visualization. <https://clauswilke.com/dataviz/index.html> (Último acceso: 17-02-2024).

- [64] OpenJS Foundation *Express.js*. <https://expressjs.com/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [65] Oracle Corporation *MySQL*. <https://www.mysql.com/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [66] Osadchuk, S. Top Backend Technologies in 2023: choose the right one for your solution. <https://doit.software/blog/backend-technologies#screen5> (Último acceso: 17-02-2024).
- [67] Otwell, T. *Laravel*. <https://laravel.com/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [68] pnpm *Figma*. <https://pnpm.io/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [69] Preston-Werner, T.; Wanstrath, C.; Hyett, P. *GitHub*. <https://github.com/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [70] Ramotion The Role of Database in Web Application Development. <https://www.ramotion.com/blog/database-in-web-app-development/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [71] RedHat API REST. <https://www.redhat.com/es/topics/api/what-is-a-rest-api> (Último acceso: 07-03-2024).
- [72] Rivera, J. React Router and Client-Side Routing. <https://betterprogramming.pub/react-router-and-client-side-routing-2e483452fbfb> (Último acceso: 07-03-2024).
- [73] Rodríguez, M. Scrum: el pasado y el futuro. <https://netmind.net/es/scrum-el-pasado-y-el-futuro/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [74] Roques, A. *Diagrams.net*. <https://app.diagrams.net/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [75] Rossum, G. *Python*. <https://www.python.org/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [76] Schwaber, K.; Sutherland, J. The 2020 Scrum Guide. <https://scrumguides.org/scrum-guide.html#end-note> (Último acceso: 17-02-2024).
- [77] Swan, G. How to Create a Burndown Chart in Excel? (With Templates). <https://clickup.com/blog/burndown-chart-excel/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [78] Three.js Creating a Scene. <https://threejs.org/docs/index.html#manual/en/introduction/Creating-a-scene> (Último acceso: 17-02-2024).
- [79] Torvalds, L. *Git*. <https://git-scm.com/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [80] Uber Technologies, Inc. *React Vis*. <https://uber.github.io/react-vis/> (Último acceso: 17-02-2024).

- [81] UCLM Memoria Oficial del Grado de Ingeniería Informática. <https://www.uclm.es/-/media/Files/A01-Asistencia-Direccion/A01-124-Vicerrectorado-Docencia/grados/ingenieria-informatica/documentos-oficiales/Ing-Informtica-julio-2019.ashx> (Último acceso: 17-02-2024).
- [82] VandeHei, J. Axios. <https://axios-http.com/> (Último acceso: 28-02-2024).
- [83] Yi, M.; Restori, M. How to Choose the Right Data Visualization. <https://chartio.com/learn/charts/how-to-choose-data-visualization/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [84] You, E. Vite. <https://vitejs.dev/> (Último acceso: 17-02-2024).
- [85] You, E. Vue.js. <https://vuejs.org/> (Último acceso: 17-02-2024).

Anexo A. Desarrollo del Sistema

En este anexo, se presenta un registro detallado de los diferentes Sprints realizados a lo largo del proyecto. Cada Sprint comienza con una reunión de planificación en la que se definen las **HU** que se abordarán durante ese período. Además, durante esa misma reunión, se llevan a cabo las reuniones de revisión y retrospectiva del Sprint anterior.

Es importante destacar que la fecha de inicio de cada Sprint se considera automáticamente como la fecha de finalización del Sprint anterior, garantizando así una continuidad temporal en el desarrollo de las iteraciones del proyecto.

Antes de detallar cada uno de los Sprints realizados, se identifican a continuación los principales stakeholders del sistema.

A.1. Stakeholders Identificados

Los principales stakeholders identificados en este sistema son:

- **Sergio García Muñoz:** Autor del proyecto, completamente involucrado en su desarrollo. Se encarga de implementar la aplicación Web y participa en todas las reuniones de los Sprints.
- **Félix Alberto Marcos (FAM) y Juan Enrique Garrido Navarro (JEGN):** Tutores del autor del proyecto, involucrados en su desarrollo. Participan activamente en las reuniones de planificación, revisión y retrospectiva.
- **Cristina Bravo Navarro y Manuel Trinidad Fernandez:** Fisioterapeutas encargados de la elaboración y diseño del proyecto, así como de la recopilación de datos y la redacción de resultados.
- **Médicos:** Usuarios finales de la aplicación web en desarrollo. Se beneficiarán de ella para ayudar en el diagnóstico temprano y el manejo de la fibromialgia.
- **Pacientes con síntomas de fibromialgia:** Usuarios finales que experimentan los síntomas y se someterán a la evaluación a través de la aplicación web para obtener información

sobre su condición y un diagnóstico más preciso.

Una vez identificados los diferentes stakeholders, a continuación se explica brevemente la fase inicial que tuvo lugar antes del comienzo del primer Sprint.

A.2. Fase Inicial

Antes del comienzo del proyecto, tuvo lugar una “fase inicial”, en la que se realizaron varias reuniones con el fin de conseguir una línea base para realizar el proyecto. Las diferentes reuniones que tuvieron lugar se detallan a continuación.

A.2.1. Primera reunión

Esta reunión realizada el **12 de septiembre de 2023**, al tratarse de la primera de todas, tenía como objetivo simplemente de ponerse en contacto con el tutor del trabajo FAM. Además, se plantearon diferentes ideas para el proyecto, llegando a la conclusión que el proyecto se trataría de una aplicación Web relacionada con el campo de la medicina.

A.2.2. Segunda reunión

Tras la primera reunión, el tutor se puso en contacto con Cristina Bravo, con el fin de alinear el trabajo con un proyecto real. Teniendo en cuenta esto, el objetivo principal de esta segunda reunión realizada el **15 de septiembre de 2023**, fue tomar la decisión final de lo que trataría el proyecto, el cual consistiría en una aplicación Web para diagnosticar la depresión a través de inteligencia artificial.

A.2.3. Tercera reunión

Por último, el **20 de septiembre de 2023** tuvo lugar esta tercera reunión, en la cual los diferentes integrantes y personas de interés del proyecto DiPAMIA se pusieron en contacto, con el fin de alinear los diferentes objetivos del proyecto.

A partir de esta misma reunión, daría comienzo el proyecto, lo que significaría que la siguiente se trataría de la primera reunión de planificación, y por consiguiente del primer Sprint. El cual es detallado en el siguiente punto.

A.3. Sprint 1

Este Sprint tiene comienzo el **29 de septiembre de 2023** con una duración de 2 semanas. Su objetivo principal era la obtención de conocimiento sobre el lenguaje TypeScript para familiarizarse con este mismo. A continuación, se detallan las diferentes fases del Sprint.

A.3.1. Planificación del Sprint

En esta reunión, se tomó la decisión que el proyecto tendría un mayor enfoque en el lado del FrontEnd, abstrayéndose del lado del servidor y la parte de la inteligencia artificial. Finalmente, con esto en mente, se consiguió establecer un título tentativo para el proyecto, así como un primer esbozo de los diferentes objetivos principales. A continuación, en la Tabla A.1 se detallan las diferentes **HU** incluidas en el **PB**. Por otro lado, en la Tabla A.2 se presentan las **HU** trasladadas al **SB**, indicando así su planificación para ser ejecutadas durante el desarrollo del Sprint.

Tabla A.1: **PB** del Sprint 1

ID	Tarea	Peso
TSGM-1	Tener primer contacto con el lenguaje “TypeScript”	3

Tabla A.2: **SB** del Sprint 1

ID	Tarea	Peso
TSGM-1	Tener primer contacto con el lenguaje “TypeScript”	3

A.3.2. Desarrollo del Sprint

Durante este Sprint, se tuvo el primer contacto con el lenguaje de programación “TypeScript”. Para ello, se leyó el primer capítulo del libro recomendado por el tutor: “Programming TypeScript. Making Your JavaScript Applications Scale” [12].

A.3.3. Revisión del Sprint

Tras el desarrollo del Sprint, se realizó la reunión de revisión, en la cual se habló con el tutor FAM de lo aprendido sobre el lenguaje TypeScript, y las diferencias que tiene con el lenguaje JavaScript.

A.3.4. Retrospectiva del Sprint

Una vez terminado el Sprint podemos ver el BC en la Figura A.1, el cual refleja que el progreso del trabajo realizado ha ido por detrás del planificado inicialmente. Sin embargo, a pesar de esta variación, se logra completar el trabajo dentro del plazo establecido.

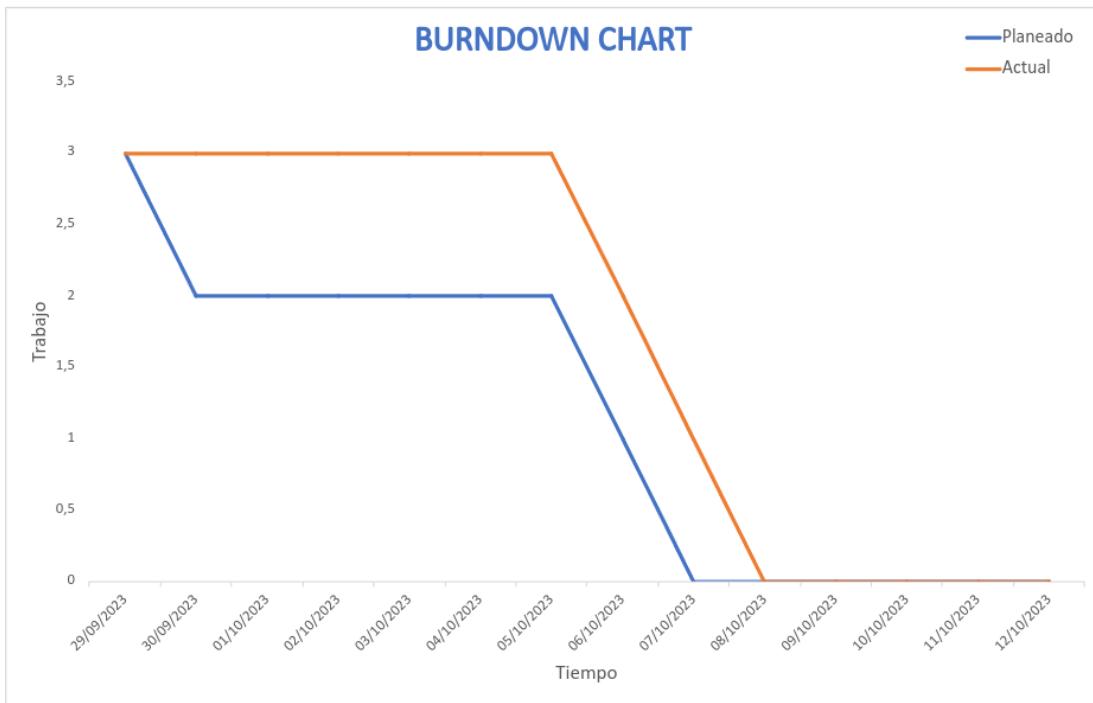


Figura A.1: BC del Sprint 1

A.4. Sprint 2

Este Sprint tiene comienzo el **13 de octubre de 2023** con una duración de 3 semanas. Su objetivo principal era familiarizarse con las diferentes librerías de visualización de datos. A continuación, se detallan las diferentes fases del Sprint.

A.4.1. Planificación del Sprint

En esta reunión, se concretó mejor el título del proyecto, así como de los diferentes objetivos principales. Además, se tomó la decisión final de realizar el documento en español. A continuación, en la Tabla A.3 se detallan las diferentes HU incluidas en el PB. Por otro lado, en la Tabla A.4 se presentan las HU trasladadas al SB, indicando así su planificación para ser ejecutadas durante el desarrollo del Sprint.

Tabla A.3: PB del Sprint 2

ID	Tarea	Peso
TSGM-2	Seguir aprendiendo sobre el lenguaje TypeScript	3
TSGM-3	Usar librerías Web como Threejs y Chartjs	3

Tabla A.4: SB del Sprint 2

ID	Tarea	Peso
TSGM-2	Seguir aprendiendo sobre el lenguaje TypeScript	3
TSGM-3	Usar librerías Web como Threejs y Chartjs	3

A.4.2. Desarrollo del Sprint

Durante el Sprint, se continuó la lectura de los capítulos 2, 3 y 4 del libro de TypeScript [12]. Además, se tuvo el primer contacto con las diferentes librerías Web como Three.js para visualizaciones en 3D y Chart.js para visualizar datos en forma de gráficas. Se llegó a realizar una pequeña demo para comprender mejor el funcionamiento de estas mismas librerías empleando las guías oficiales [78] y [11].

A.4.3. Revisión del Sprint

Tras el desarrollo del Sprint, se realizó la reunión de revisión, en la cual se compartió con el tutor FAM la demo realizada en el Sprint, así como los diferentes aprendizajes obtenidos. Además se hizo una recapitulación de los distintos Sprints realizados hasta ese momento.

A.4.4. Retrospectiva del Sprint

Una vez terminado el Sprint podemos ver el BC en la Figura A.2, el cual refleja que el progreso del trabajo realizado ha coincidido con la planificación inicial.

A.5. Sprint 3

Este Sprint tiene comienzo el **3 de noviembre de 2023** con una duración de 4 semanas. Su objetivo principal era empezar el documento realizando el primer capítulo de la misma. A continuación, se detallan las diferentes fases del Sprint.

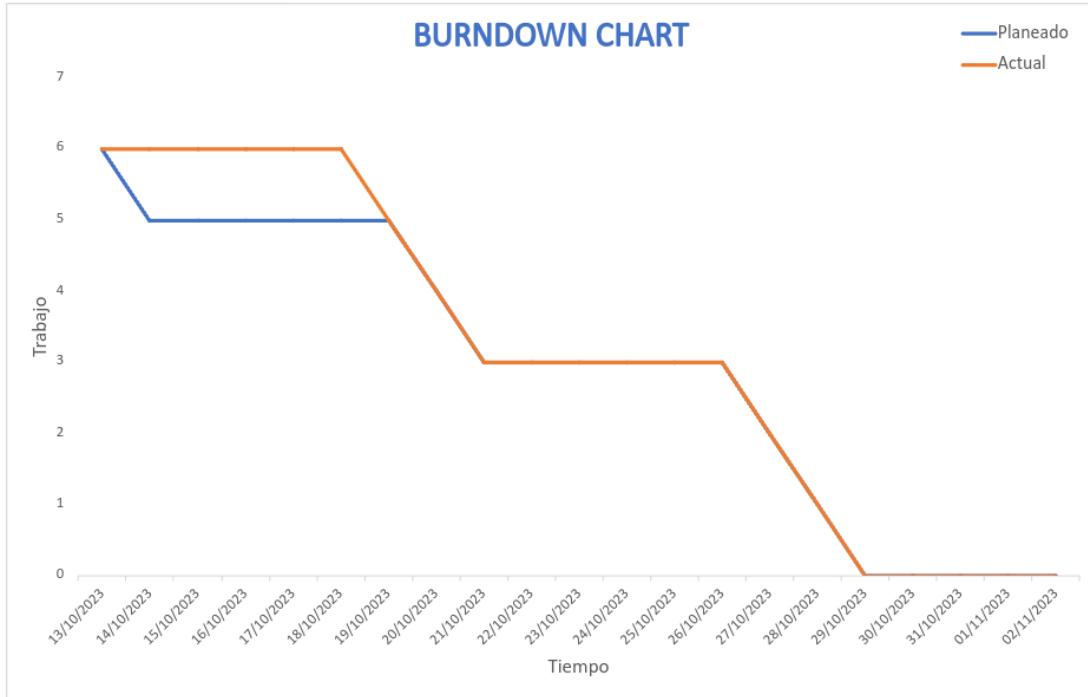


Figura A.2: BC del Sprint 2

A.5.1. Planificación del Sprint

En esta reunión, se realizó el anteproyecto, además se dio un repaso a los distintos capítulos que debería tener el documento del proyecto. A continuación, en la Tabla A.5 se detallan las diferentes HU incluidas en el PB. Por otro lado, en la Tabla A.6 se presentan las HU trasladadas al SB, indicando así su planificación para ser ejecutadas durante el desarrollo del Sprint.

Tabla A.5: PB del Sprint 3

ID	Tarea	Peso
TSGM-4	Empezar anexo 1 sobre Sprints	3
TSGM-5	Realizar capítulo de introducción	5
TSGM-6	Realizar capítulo de estado de arte	7
TSGM-7	Realizar capítulo de propuesta de solución	7
TSGM-8	Realizar capítulo de resultados	11
TSGM-9	Realizar capítulo de evaluación	5
TSGM-10	Realizar capítulo de conclusiones	5

Tabla A.6: SB del Sprint 3

ID	Tarea	Peso
TSGM-4	Empezar anexo 1 sobre Sprints	3
TSGM-5	Realizar capítulo de introducción	5

A.5.2. Desarrollo del Sprint

Durante el Sprint, se empezó y finalizó el capítulo 1 del documento. Además, también se comenzó a realizar el primer anexo, el cual consistiría en el resumen de los diferentes Sprints que tuvieron lugar durante la realización del proyecto.

A.5.3. Revisión del Sprint

Tras el desarrollo del Sprint, se realizó la reunión de revisión, en la cual se conoció al segundo tutor del proyecto JEGN, y por lo tanto se hizo la recapitulación de todo el trabajo realizado para que estuviera al día.

A.5.4. Retrospectiva del Sprint

Una vez terminado el Sprint podemos ver el BC en la Figura A.3, el cual refleja que el progreso del trabajo realizado ha coincidido con la planificación inicial con algunas variaciones de tiempo.

A.6. Sprint 4

Este Sprint tiene comienzo el **1 de diciembre de 2023** con una duración de 2 semanas. Su objetivo principal era seguir progresando con el documento, realizando el segundo capítulo de la misma. A continuación, se detallan las diferentes fases del Sprint.

A.6.1. Planificación del Sprint

En esta reunión, se pusieron las nuevas tareas para el siguiente Sprint, de las cuales, tratarán principalmente de realizar el capítulo 2 del documento y la adicción del siguiente Sprint al anexo. También, se habló sobre la importancia del concepto de usabilidad, el cual tendría que estar presente en todo momento durante el proyecto, lo que supone hablar sobre él en el capítulo 2 del estado de arte.

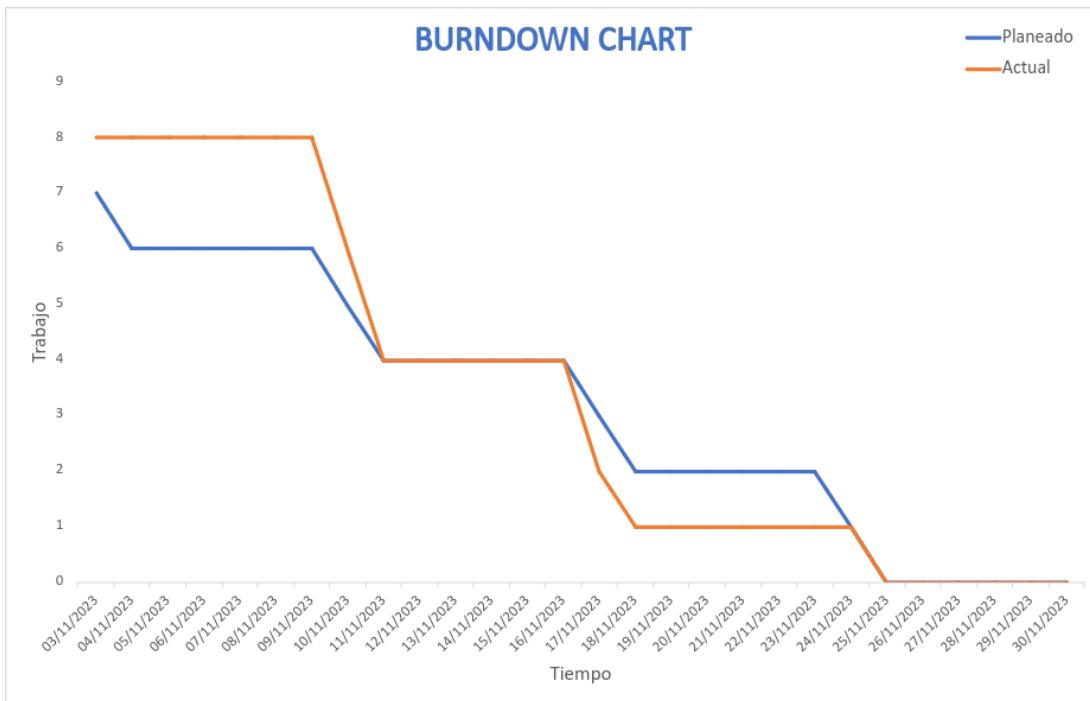


Figura A.3: BC del Sprint 3

Además, se tomó la decisión que el Sprint duraría tan solo dos semanas, para no posponer la siguiente reunión después de fiestas, lo que supondría un Sprint de más de un mes de duración. A continuación, en la Tabla A.7 se detallan las diferentes HU incluidas en el PB. Por otro lado, en la Tabla A.8 se presentan las HU trasladadas al SB, indicando así su planificación para ser ejecutadas durante el desarrollo del Sprint.

Tabla A.7: PB del Sprint 4

ID	Tarea	Peso
TSGM-6	Realizar capítulo de estado de arte	7
TSGM-7	Realizar capítulo de propuesta de solución	7
TSGM-8	Realizar capítulo de resultados	11
TSGM-9	Realizar capítulo de evaluación	5
TSGM-10	Realizar capítulo de conclusiones	5
TSGM-11	Completar información de Sprints previos	3
TSGM-12	Añadir siguiente Sprint en anexo	1
TSGM-13	Compartir trabajo realizado a tutores	1
TSGM-14	Crear organización en GitHub	1

ID	Tarea	Peso
TSGM-15	Configurar “GitHub Project” para la gestión de Sprints	1

Tabla A.8: **SB** del Sprint 4

ID	Tarea	Peso
TSGM-6	Realizar capítulo del estado del arte	7
TSGM-11	Completar información de Sprints previos	3
TSGM-12	Añadir siguiente Sprint en anexo	1
TSGM-13	Compartir trabajo realizado a tutores	1
TSGM-14	Crear organización en GitHub	1
TSGM-15	Configurar “GitHub Project” para la gestión de Sprints	1

A.6.2. Desarrollo de Sprint

Durante el Sprint, se fueron realizando las diferentes tareas. Se decidió primero crear la organización en la plataforma GitHub, en la cual se crearán los repositorios donde se guardaría el código fuente del proyecto. También, se empezó a usar la herramienta de “GitHub Projects” de la misma plataforma para gestionar mejor la metodología de scrum. Sin embargo, se tuvieron problemas para hacer esto último, ya que no se encontraba la manera de crear el **BC**, por lo que se decidió posponer la tarea para el siguiente Sprint y de esta forma poner más foco en progresar el documento.

A parte de lo mencionado y de compartir el documento a los tutores para que pudieran ver el progreso de esta misma. Se empezó a realizar el capítulo 2 del documento, el cual trataría sobre el estado del arte. Por último, también se siguió completando el anexo de los Sprints.

A.6.3. Revisión Sprint

Tras el desarrollo del Sprint, se realizó la reunión de revisión, en la cual el tutor FAM dio el consejo de realizar el documento en tercera persona, además de buscar ser más literario a la hora de explicar los diferentes apartados.

Por otro lado, también se discutió la manera correcta de organizar el anexo de los Sprints, en el cual de cada Sprint se detallarán por separada cada una de sus fases: planificación, desarrollo, revisión y retrospectiva. Además, se puso gran énfasis en la manera correcta de describir las

diferentes **HU**. Las cuales deberían tener un determinado identificador, peso y un nombre que implique acción.

A.6.4. Retrospectiva del Sprint

Una vez terminado el Sprint podemos ver el **BC** en la Figura A.4, el cual refleja que el progreso del trabajo realizado ha ido por delante del planificado inicialmente. Además, se puede observar que no se llegó a quemar todo el peso de las **HU** debido al problema con la configuración del **BC**.

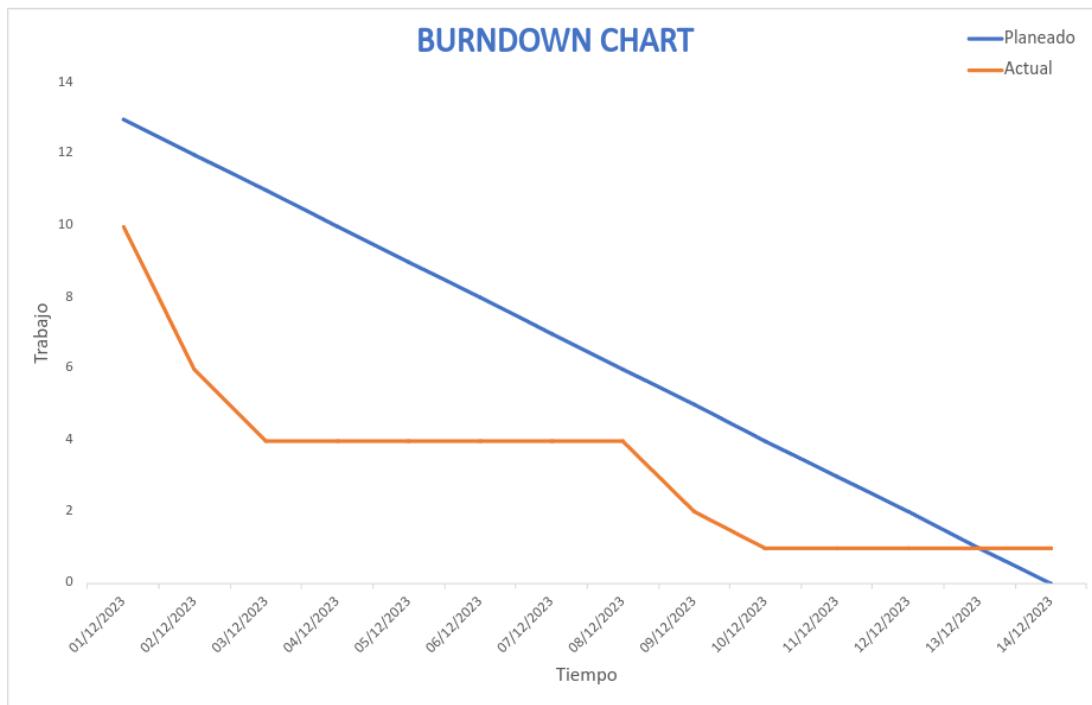


Figura A.4: BC del Sprint 4

A.7. Sprint 5

Este Sprint tiene comienzo el **15 de diciembre de 2023** con una duración de 5 semanas. Su objetivo principal era finalizar el segundo capítulo del documento. A continuación, se detallan las diferentes fases del Sprint.

A.7.1. Planificación del Sprint

En esta reunión, se decidió que en el siguiente Sprint se terminaría de refinar tanto el capítulo 2 como el anexo de los Sprints, este último teniendo en cuenta lo hablado durante la reunión de revisión del anterior Sprint. Además, se empezó a discutir que en la siguiente reunión se podría realizar la primera entrevista con las personas de interés del proyecto. A continuación, en la Tabla A.9 se detallan las diferentes **HU** incluidas en el **PB**. Por otro lado, en la Tabla A.10 se presentan las **HU** trasladadas al **SB**, indicando así su planificación para ser ejecutadas durante el desarrollo del Sprint.

Tabla A.9: **PB** del Sprint 5

ID	Tarea	Peso
TSGM-7	Realizar capítulo de propuesta de solución	7
TSGM-8	Realizar capítulo de resultados	11
TSGM-9	Realizar capítulo de evaluación	5
TSGM-10	Realizar capítulo de conclusiones	5
TSGM-15	Configurar “GitHub Project” para la gestión de Sprints	1
TSGM-16	Refinar anexo Sprints	3
TSGM-17	Usar plantilla markdown	3
TSGM-18	Finalizar capítulo de estado de arte	3
TSGM-19	Añadir siguiente Sprint en anexo	1

Tabla A.10: **SB** del Sprint 5

ID	Tarea	Peso
TSGM-16	Refinar anexo Sprints	3
TSGM-17	Usar plantilla markdown	3
TSGM-18	Finalizar capítulo de estado de arte	5
TSGM-19	Añadir siguiente Sprint en anexo	1

A.7.2. Desarrollo de Sprint

Durante el Sprint, se realizaron las diferentes tareas planteadas en la reunión de planificación. Es decir, se acabó el capítulo del estado del arte y se mejoró el anexo de los Sprints. Además, se empezó a usar la plantilla de markdown proporcionada por el tutor FAM.

Durante el uso de dicha plantilla, apareció un problema, el cual consistía en que no se encontraba el makefile correspondiente al ejecutar el comando “sudo make docker”. Esto se consiguió solucionarlo, cambiando “PWD” a “shell pwd” en la línea 24 del makefile. El archivo makefile previo al cambio se puede ver en el Listado A.1, mientras que en el Listado A.2 se puede ver el cambio realizado.

Listado A.1: Archivo makefile antes del cambio

```

20 tfg: deleteContainer
21     @echo "*****"
22     @echo "Compilando Trabajo Final de Grado"
23     @echo "*****"
24     -docker run -v "$(shell pwd)/templateAPP":/home/tfgii/templateAPP --name
25         ↘ tfgii felix.albertos/tfgii
26 deleteContainer:
27     @echo "*****"
28     @echo "Borrando contenedor"
29     @echo "*****"
30     -docker rm tfgii

```

Listado A.2: Archivo makefile después del cambio

```

20 tfg: deleteContainer
21     @echo "*****"
22     @echo "Compilando Trabajo Final de Grado"
23     @echo "*****"
24     -docker run -v "$(PWD)/templateAPP":/home/tfgii/templateAPP --name tfgii
25         ↘ felix.albertos/tfgii
26 deleteContainer:
27     @echo "*****"
28     @echo "Borrando contenedor"
29     @echo "*****"
30     -docker rm tfgii

```

A.7.3. Revisión Sprint

Tras el desarrollo del Sprint, se realizó la reunión de revisión, en la cual los tutores dieron algunos comentarios sobre el documento poniendo especial atención en la escritura y el formato de la

misma. Además, el tutor JEGN dio el consejo de añadir los diferentes **PB** en el anexo de Sprints con el objetivo de dar un mejor contexto a las **HU** que se seleccionan.

Por otro lado, se discutió la forma de realizar el **BC** utilizando la herramienta GitHub Projects, ya que está estaba dando problemas para crear dicho gráfico. Al final, se llegó a la conclusión de hacer el burnup chart en vez del **BC** para no perder más tiempo con esta tarea.

Finalmente, se acordó modificar el enfoque del proyecto, pasando de diagnosticar la depresión a diagnosticar la fibromialgia.

A.7.4. Retrospectiva del Sprint

Una vez terminado el Sprint podemos ver el **BC** en la Figura A.5, el cual refleja que el progreso del trabajo realizado ha ido ligeramente por detrás del planificado inicialmente. Sin embargo, a pesar de esta variación, se logra completar el trabajo dentro del plazo establecido.

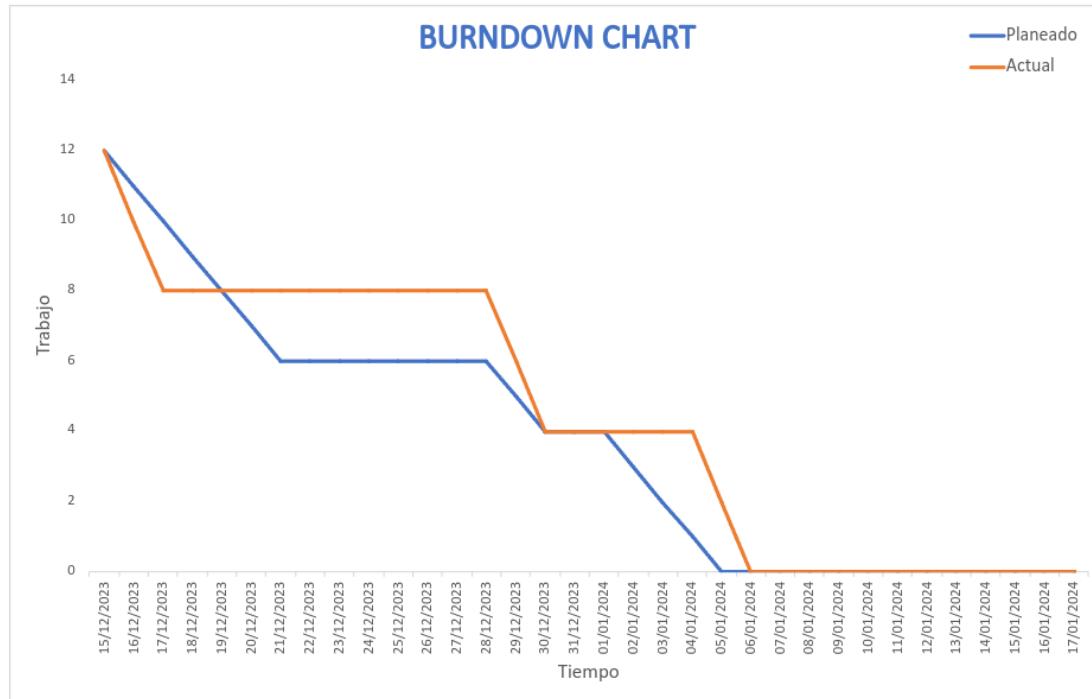


Figura A.5: **BC** del Sprint 5

A.8. Sprint 6

Este Sprint tiene comienzo el **19 de enero de 2024** con una duración de 2 semanas. Su objetivo principal era realizar el capítulo 3 del documento. A continuación, se detallan las diferentes fases

del Sprint.

A.8.1. Planificación del Sprint

En esta reunión, se planificaron las tareas a realizar durante el siguiente Sprint, acordando realizar el capítulo de propuesta de solución así como realizar las mejoras a el documento según la revisión realizada anteriormente. Además, se discutió de una posible entrevista con Cristina para la siguiente reunión. A continuación, en la Tabla A.11 se detallan las diferentes **HU** incluidas en el **PB**. Por otro lado, en la Tabla A.12 se presentan las **HU** trasladadas al **SB**, indicando así su planificación para ser ejecutadas durante el desarrollo del Sprint.

Tabla A.11: **PB** del Sprint 6

ID	Tarea	Peso
TSGM-7	Realizar capítulo de propuesta de solución	7
TSGM-8	Realizar capítulo de resultados	11
TSGM-9	Realizar capítulo de evaluación	5
TSGM-10	Realizar capítulo de conclusiones	5
TSGM-15	Configurar “GitHub Project” para la gestión de Sprints	1 > 3
TSGM-20	Realizar cambios según revisión	5
TSGM-21	Crear el repositorio para el documento	1
TSGM-22	Añadir el PB en el anexo de Sprints	3
TSGM-23	Ver que técnicas usar según test usuarios	5
TSGM-24	Preparar entrevista con Cristina	5
TSGM-25	Crear el burndown chart en Excel	5
TSGM-26	Añadir siguiente Sprint en anexo	1

Tabla A.12: **SB** del Sprint 6

ID	Tarea	Peso
TSGM-7	Realizar capítulo de propuesta de solución	7
TSGM-15	Configurar “GitHub Project” para la gestión de Sprints	3
TSGM-20	Realizar cambios según revisión	5
TSGM-21	Crear el repositorio para el documento	1
TSGM-22	Añadir el PB en el anexo de Sprints	3
TSGM-23	Ver que técnicas usar según test usuarios	5

ID	Tarea	Peso
TSGM-24	Preparar entrevista con Cristina	5
TSGM-25	Crear el BC en Excel	5
TSGM-26	Añadir siguiente Sprint en anexo	1

A.8.2. Desarrollo de Sprint

Durante el Sprint, se llevaron a cabo las diversas **HU** planificadas en el Sprint Backlog, incluyendo los cambios propuestos en la última reunión de revisión y la redacción del capítulo de propuesta de solución, entre otras tareas detalladas en la Tabla A.12.

Es importante destacar que, en este período, se configuró finalmente el proyecto dentro de GitHub Project, incorporando todas las **HU** realizadas hasta ese momento. Además, se tomó la decisión definitiva de elaborar el **BC** utilizando la herramienta de Excel proporcionada por *Microsoft*. Esta elección se debió a las dificultades encontradas al intentar crear el gráfico mediante GitHub Project. Con el uso de Excel, se logró crear una plantilla siguiendo los pasos que explica Swan [77].

A.8.3. Revisión Sprint

Tras el desarrollo del Sprint, se realizó la reunión de revisión, en la cual el tutor FAM proporcionó algunos consejos generales para la mejora del documento. Además, se revisó el capítulo 3 realizado durante el Sprint, del cual se comentó algunas posibles mejoras en específico sobre la estructura del capítulo.

A.8.4. Retrospectiva del Sprint

Una vez terminado el Sprint podemos ver el **BC** en la Figura A.6, el cual refleja que el progreso del trabajo realizado ha coincidido con la planificación inicial. Sin embargo, esto se pierde a mitad de Sprint, cuando el progreso de trabajo realizado se empieza a quedar por detrás del planificado, dejando al final la **HU** TSGM-24 sin realizar.

A.9. Sprint 7

Este Sprint tiene comienzo el **2 de febrero de 2024** con una duración de 2 semanas. Su objetivo principal era la realización de un **MVP** de una aplicación Web funcional. A continuación, se detallan las diferentes fases del Sprint.

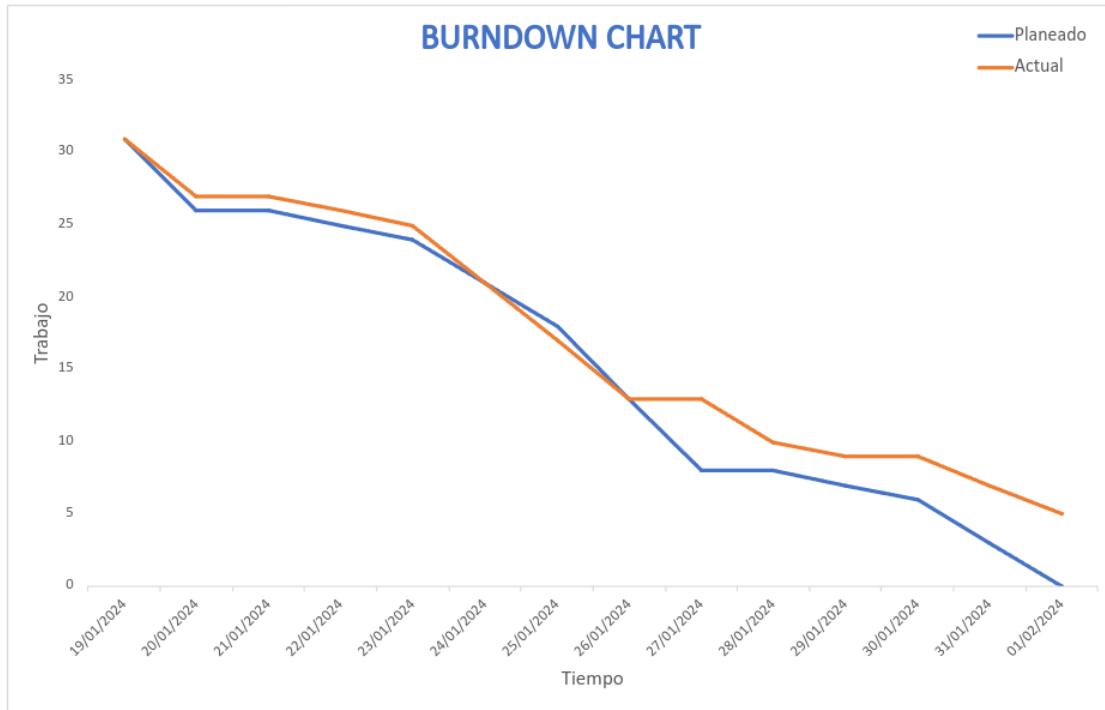


Figura A.6: BC del Sprint 6

A.9.1. Planificación del Sprint

En esta reunión, se decidió que durante el siguiente Sprint se revisaría el capítulo 2.3 con el fin de profundizar más en las diferentes técnicas de visualización de datos, así como la inclusión de imágenes. También, se planteo la realización de un primer **MVP**, el cual consistiría en una aplicación Web funcional que utilice todas las operaciones **CRUD** y con una arquitectura **MVC**. Finalmente, también se habló de realizar la entrevista con Cristina durante el Sprint, así como las respectivas mejoras según la reunión de revisión previamente realizada.

A continuación, en la Tabla A.13 se detallan las diferentes **HU** incluidas en el **PB**. Por otro lado, en la Tabla A.14 se presentan las **HU** trasladadas al **SB**, indicando así su planificación para ser ejecutadas durante el desarrollo del Sprint.

Tabla A.13: PB del Sprint 7

ID	Tarea	Peso
TSGM-8	Realizar capítulo de resultados	11
TSGM-9	Realizar capítulo de evaluación	5
TSGM-10	Realizar capítulo de conclusiones	5

ID	Tarea	Peso
TSGM-23	Ver que técnicas usar según test usuarios	5
TSGM-24	Realizar cambios según revisión	1
TSGM-25	Completar estructura del documento	1
TSGM-26	Mejorar estructura del capítulo 3	3
TSGM-27	Revisitar capítulo 2.3	5
TSGM-28	Hacer MVP de aplicación Web funcional	11
TSGM-29	Realizar la entrevista con stakeholders	5
TSGM-30	Empezar nuevo anexo sobre entrevistas	3
TSGM-31	Añadir siguiente Sprint en anexo	1

Tabla A.14: **SB** del Sprint 7

ID	Tarea	Peso
TSGM-24	Realizar cambios según revisión	1
TSGM-25	Completar estructura del documento	1
TSGM-26	Mejorar estructura del capítulo 3	3
TSGM-27	Revisitar capítulo 2.3	5
TSGM-28	Hacer MVP de aplicación Web funcional	11
TSGM-29	Realizar la entrevista con stakeholders	5
TSGM-30	Empezar nuevo anexo sobre entrevistas	3
TSGM-31	Añadir siguiente Sprint en anexo	1

A.9.2. Desarrollo de Sprint

Durante el Sprint, se inició con la revisión y aplicación de los cambios sugeridos en el documento, basándose en la retroalimentación recibida durante el Sprint anterior. Posteriormente, se procedió a revisar y reescribir detalladamente el capítulo 2.3, con el objetivo de mejorar su claridad y comprensión de las técnicas de visualización de datos, complementando la explicación con imágenes ilustrativas.

Una vez completadas las tareas relacionadas con el documento, se dio inicio al desarrollo de un **MVP** para la aplicación web. Este **MVP** se construyó utilizando el stack MERN junto con TypeScript, como tecnología principal. Se optó por una arquitectura **MVC** para organizar el código de manera eficiente.

Para simplificar la gestión de la base de datos durante el proceso de desarrollo, se empleó MongoDB Compass, una herramienta que facilita la administración de datos de manera local. Sin embargo, el objetivo a largo plazo es migrar esta base de datos a la nube utilizando MongoDB Atlas.

El resultado final del **MVP** se presenta en la Figura A.7, mientras que la estructura de la base de datos en MongoDB Compass se muestra en la Figura A.8.

Finalmente, durante el Sprint, se llevó a cabo una entrevista con los stakeholders, Cristina y Manuel. Los detalles y conclusiones de esta reunión se encuentran detallados en el segundo anexo.

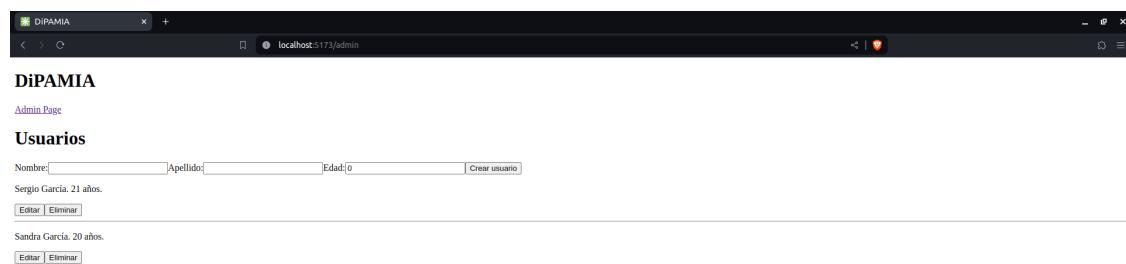


Figura A.7: **MVP** desarrollado durante el Sprint 7

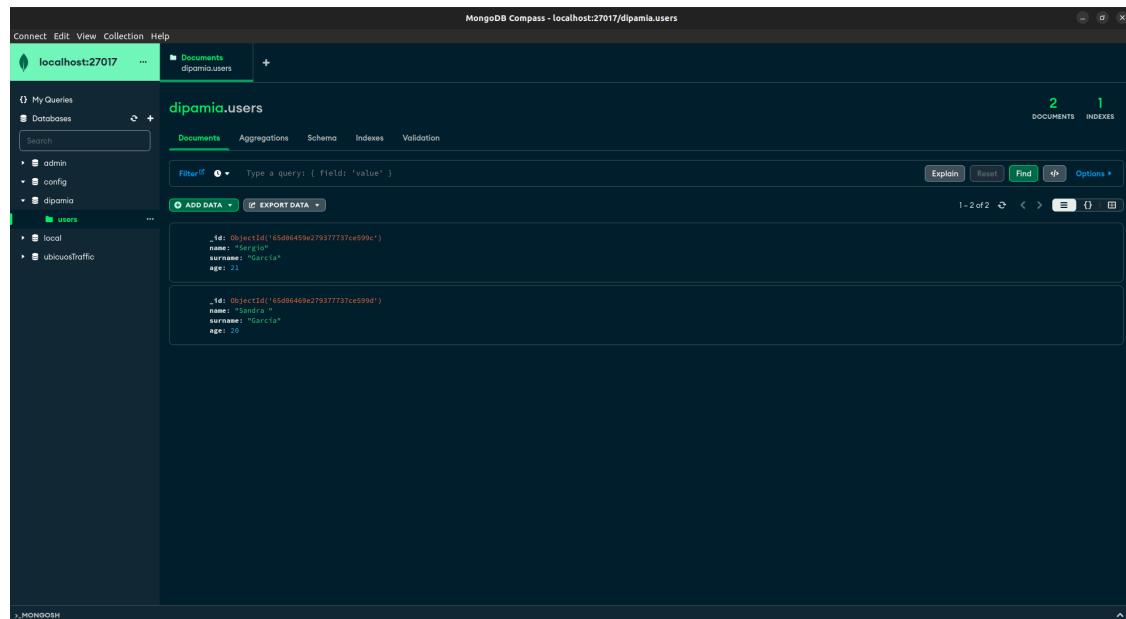


Figura A.8: BD del MVP en la herramienta MongoDB Compass

A.9.3. Revisión Sprint

Tras el desarrollo del Sprint, se realizó la reunión de revisión, en la cual los tutores proporcionaron valiosos consejos para mejorar el formato del documento. Específicamente, el tutor JEGN sugirió aumentar el tamaño de las imágenes y reducir el uso de negritas, especialmente en el capítulo 2.3.

Por otra parte, el tutor FAM destacó la importancia de incluir la fecha de último acceso en las páginas web, aunque señaló que esto debe hacerse manualmente debido a ciertos inconvenientes con la plantilla utilizada. También, recomendó cambiar el título del primer anexo “Resumen de Sprints” por “Desarrollo del Sistema”, donde se añadirán capturas de pantalla de la evolución del **MVP**.

Además, se presentó el (**MVP**) desarrollado durante el Sprint a los tutores. Finalmente, al final de la reunión, se llevó a cabo una revisión general de los puntos clave discutidos durante la entrevista realizada.

A.9.4. Retrospectiva del Sprint

Una vez terminado el Sprint podemos ver el **BC** en la Figura A.9, el cual refleja que el progreso del trabajo realizado ha ido ligeramente por detrás del planificado inicialmente. Dejando sin hacer las **HU** TSGM-30 y la TSGM-31.

A.10. Sprint 8

Este Sprint tiene comienzo el **16 de febrero de 2024** con una duración de 2 semanas. Su objetivo principal era la mejora del documento y creación del prototipo de la aplicación Web. A continuación, se detallan las diferentes fases del Sprint.

A.10.1. Planificación del Sprint

En esta reunión, se discutieron diversas **HU** a abordar durante el Sprint. Estas **HU** se centrarían principalmente en la optimización del documento, abordando mejoras en su formato y la inclusión de una explicación detallada del paradigma cliente-servidor. Además, se propuso la tarea de continuar perfeccionando el **MVP** y respaldar su desarrollo con una serie de prototipos y diagramas.

A continuación, en la Tabla A.15 se detallan las diferentes **HU** incluidas en el **PB**. Por otro lado, en la Tabla A.16 se presentan las **HU** trasladadas al **SB**, indicando así su planificación para ser

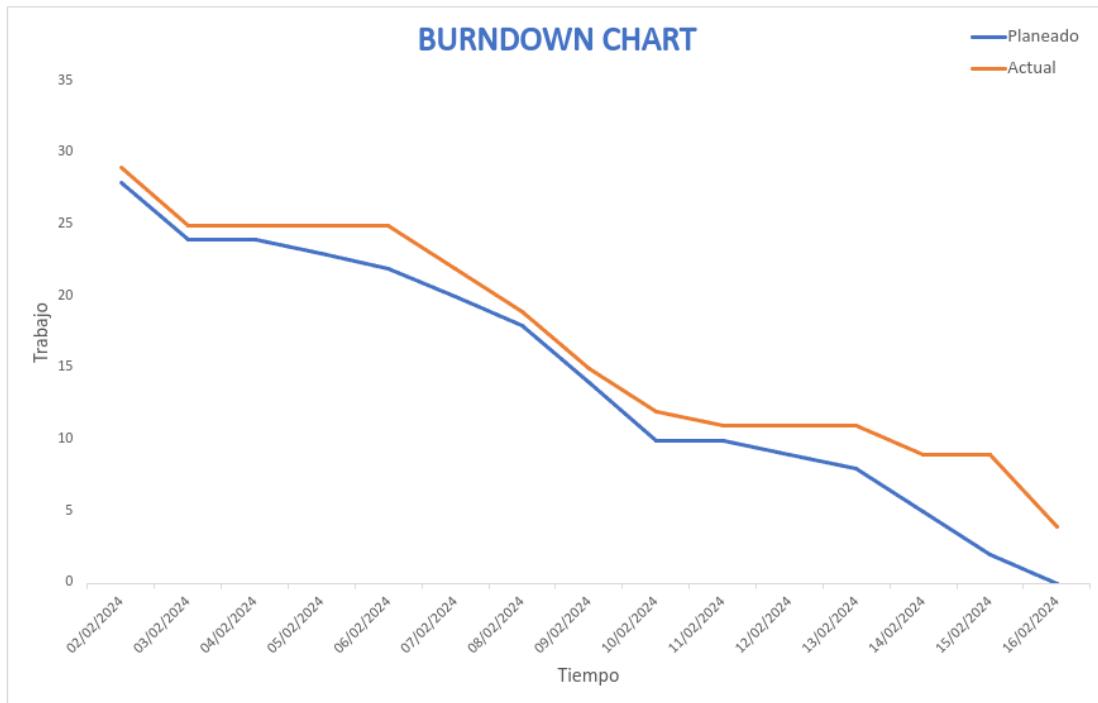


Figura A.9: BC del Sprint 7

ejecutadas durante el desarrollo del Sprint.

Tabla A.15: PB del Sprint 8

ID	Tarea	Peso
TSGM-8	Realizar capítulo de resultados	11
TSGM-9	Realizar capítulo de evaluación	5
TSGM-10	Realizar capítulo de conclusiones	5
TSGM-23	Ver que técnicas usar según test usuarios	5
TSGM-30	Empezar nuevo anexo sobre entrevistas	3
TSGM-31	Añadir siguiente Sprint en anexo	1
TSGM-32	Mejorar formato de documento según revisión	1
TSGM-33	Revisitar capítulo 2.4	1
TSGM-34	Añadir explicación de AJAX	1
TSGM-35	Introducir a los stakeholders en el anexo 1	1
TSGM-36	Añadir el último acceso en la bibliografía	1
TSGM-37	Añadir siguiente Sprint en anexo	1
TSGM-38	Realizar diagramas de la aplicación Web	7

ID	Tarea	Peso
TSGM-39	Realizar prototipo de la aplicación Web	5
TSGM-40	Mejorar el MVP	11

Tabla A.16: SB del Sprint 8

ID	Tarea	Peso
TSGM-23	Ver que técnicas usar según test usuarios	5
TSGM-30	Empezar nuevo anexo sobre entrevistas	3
TSGM-31	Añadir siguiente Sprint en anexo	1
TSGM-32	Mejorar formato de documento según revisión	1
TSGM-33	Revisitar capítulo 2.4	1
TSGM-34	Añadir explicación de AJAX	1
TSGM-35	Introducir a los stakeholders en el anexo 1	1
TSGM-36	Añadir el último acceso en la bibliografía	1
TSGM-37	Añadir siguiente Sprint en anexo	1
TSGM-38	Realizar diagramas de la aplicación Web	7
TSGM-39	Realizar prototipo de la aplicación Web	5
TSGM-40	Mejorar el MVP	11

A.10.2. Desarrollo de Sprint

Durante este Sprint, se avanzó continuamente en el progreso del **MVP**, logrando la implementación de una funcionalidad fundamental: el inicio de sesión con gestión de roles para administradores y médicos. Además, se desarrolló las páginas de gestión, las cuales abarcaban administradores, médicos, pacientes y pruebas, permitiendo tanto la consulta como la creación, edición y eliminación de estos elementos. Sin embargo, el enfoque principal seguía siendo la funcionalidad sobre el diseño, razón por la cual el **CSS** no se llegó a implementar en este periodo. En la Figura A.10 se muestra la lista de pacientes dentro de la aplicación web, mientras que en la Figura A.11 se presenta el menú para añadir un nuevo paciente. Es importante destacar que este mismo diseño se aplica a los diferentes roles y elementos de la aplicación web.

Por otro lado, se elaboraron diversos diagramas para la aplicación web, incluyendo diagramas de casos de uso, de despliegue, de clases, de base de datos, de secuencia de inicio de sesión y de secuencia de creación de paciente, así como un diagrama de actividad para crear una prueba.

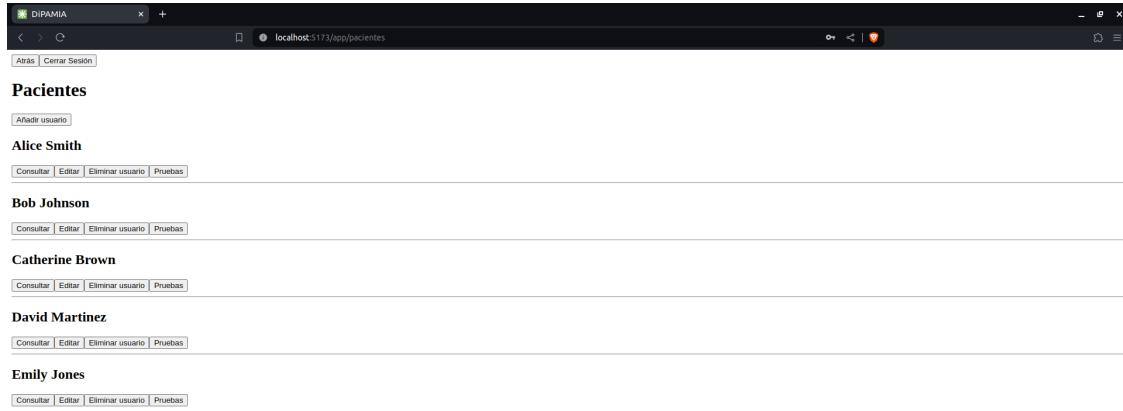


Figura A.10: Lista de pacientes del MVP

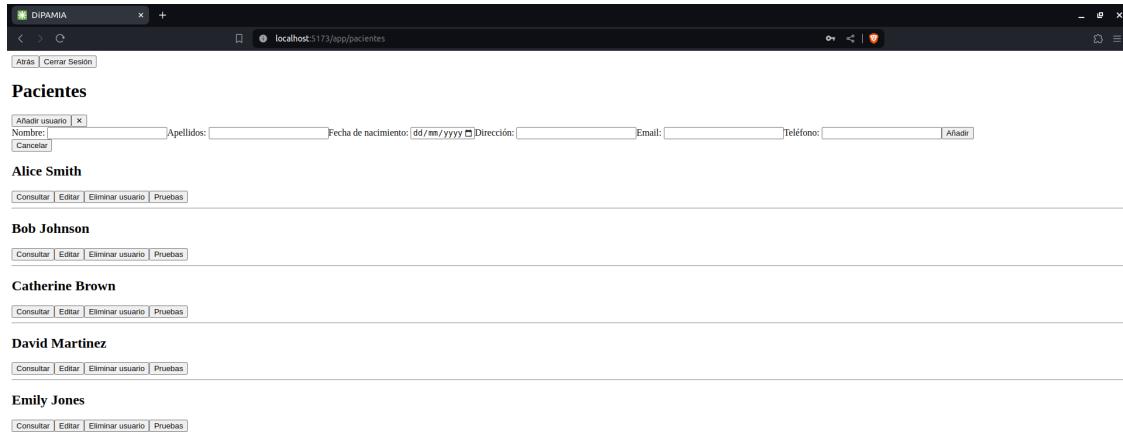


Figura A.11: Menú de creación de paciente del MVP

Además, se diseñó un prototipo no funcional que representa las diferentes páginas y ventanas que podría tener la aplicación web. También se exploraron diferentes técnicas de visualización de datos y se realizaron diseños específicos al respecto.

Finalmente, se continuó mejorando la memoria del proyecto según los comentarios recibidos por parte de los tutores durante la última reunión de revisión.

A.10.3. Revisión Sprint

Tras finalizar el desarrollo del Sprint, se llevó a cabo la reunión de revisión, en la cual se presentó todo el progreso realizado al tutor FAM. Durante esta reunión, se recibieron diversos comentarios para mejorar la memoria, haciendo hincapié en la necesidad de proporcionar explicaciones detalladas sobre los diagramas y prototipos desarrollados. Además, se recibieron opiniones sobre el diseño del prototipo, junto con consejos para su mejora.

A.10.4. Retrospectiva del Sprint

Una vez terminado el Sprint podemos ver el BC en la Figura A.12, el cual refleja que el progreso del trabajo realizado ha ido ligeramente por delante del planificado inicialmente. Sin embargo, al final se dejó sin realizar la HU TSGM-37.

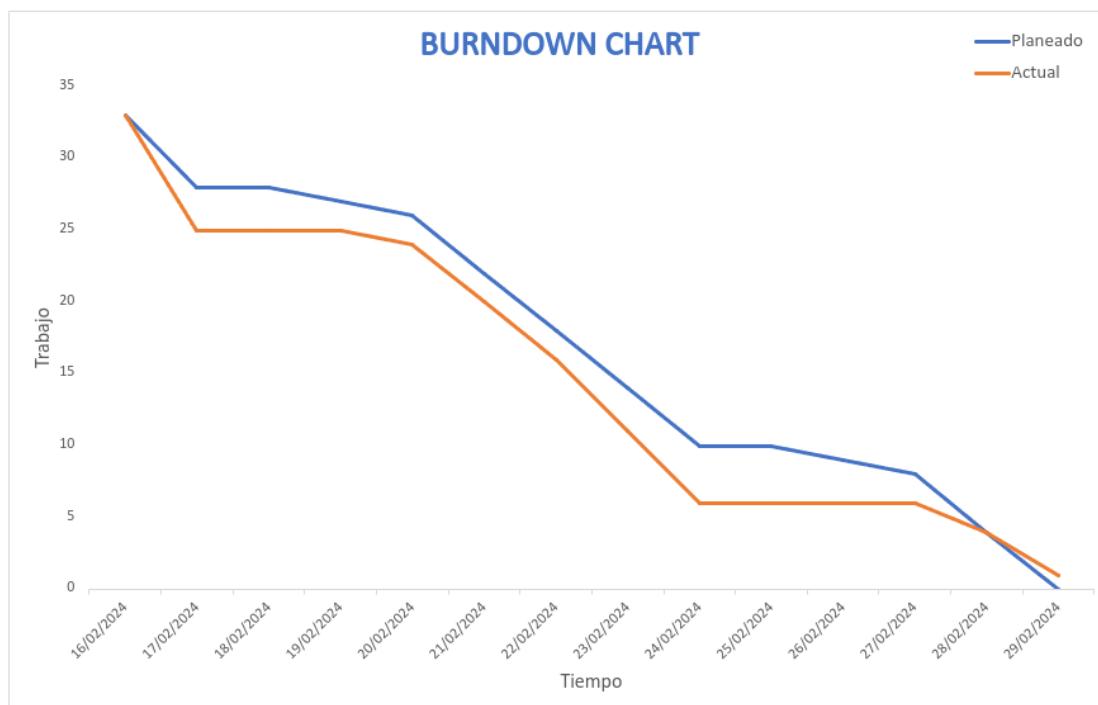


Figura A.12: BC del Sprint 8

A.11. Sprint 9

Este Sprint tiene comienzo el **1 de marzo de 2024** con una duración de 2 semanas. Su objetivo principal era la continuidad del progreso del **MVP**. A continuación, se detallan las diferentes fases del Sprint.

A.11.1. Planificación del Sprint

En esta reunión, se establecieron las diversas tareas a llevar a cabo durante el siguiente Sprint. Principalmente, se acordó continuar avanzando en el desarrollo del MVP, así como programar una segunda entrevista con los stakeholders. En la cual, se presentaría el prototipo desarrollado durante el Sprint anterior con el fin de abordar las nuevas inquietudes que surgieron tras su elaboración. Además, se propuso documentar detalladamente el trabajo realizado durante el Sprint anterior.

A continuación, en la Tabla A.18 se detallan las diferentes **HU** incluidas en el **PB**. Por otro lado, en la Tabla ?? se presentan las **HU** trasladadas al **SB**, indicando así su planificación para ser ejecutadas durante el desarrollo del Sprint.

Tabla A.17: **PB** del Sprint 9

ID	Tarea	Peso
TSGM-8	Realizar capítulo de resultados	11
TSGM-9	Realizar capítulo de evaluación	5
TSGM-10	Realizar capítulo de conclusiones	5
TSGM-37	Añadir siguiente Sprint en anexo	1
TSGM-41	Realizar cambios en documento según revisión	1
TSGM-42	Revisitar capítulo 2.2	5
TSGM-43	Realizar segunda entrevista	5
TSGM-44	Explicar diagramas	3
TSGM-45	Redactar trabajo realizado sobre prototipos	7
TSGM-46	Añadir siguiente Sprint	1
TSGM-47	Mejorar el MVP	5
TSGM-48	Añadir segunda entrevista en anexo	3
TSGM-49	Empezar capítulo de resultado	3

Tabla A.18: SB del Sprint 9

ID	Tarea	Peso
TSGM-37	Añadir siguiente Sprint en anexo	1
TSGM-41	Realizar cambios en documento según revisión	1
TSGM-42	Revisitar capítulo 2.2	5
TSGM-43	Realizar segunda entrevista	5
TSGM-44	Explicar diagramas	3
TSGM-45	Redactar trabajo realizado sobre prototipos	3
TSGM-46	Añadir siguiente Sprint	1
TSGM-47	Mejorar el MVP	7
TSGM-48	Añadir segunda entrevista en anexo	3
TSGM-49	Empezar capítulo de resultado	3
TSGM-50	Realizar prototipo interactivo	7

A.11.2. Desarrollo de Sprint

Durante el Sprint, ...

A.11.3. Revisión Sprint

Tras el desarrollo del Sprint, se realizó la reunión de revisión, en la cual ...

A.11.4. Retrospectiva del Sprint

Una vez terminado el Sprint podemos ver el BC en la Figura A.11.4, el cual refleja...

BC del Sprint 9

A.12. Sprint 10

Este Sprint tiene comienzo el ?? de ?? de 2024 con una duración de ?? semanas. Su objetivo principal era ?. A continuación, se detallan las diferentes fases del Sprint.

A.12.1. Planificación del Sprint

En esta reunión, ...

A continuación, en la Tabla ?? se detallan las diferentes **HU** incluidas en el **PB**. Por otro lado, en la Tabla ?? se presentan las **HU** trasladadas al **SB**, indicando así su planificación para ser ejecutadas durante el desarrollo del Sprint.

A.12.2. Desarrollo de Sprint

Durante el Sprint, ...

A.12.3. Revisión Sprint

Tras el desarrollo del Sprint, se realizó la reunión de revisión, en la cual ...

A.12.4. Retrospectiva del Sprint

Una vez terminado el Sprint podemos ver el **BC** en la Figura A.12.4, el cual refleja...

BC del Sprint 10

A.13. Sprint 11

Este Sprint tiene comienzo el **?? de ?? de 2024** con una duración de ?? semanas. Su objetivo principal era ?. A continuación, se detallan las diferentes fases del Sprint.

A.13.1. Planificación del Sprint

En esta reunión, ...

A continuación, en la Tabla ?? se detallan las diferentes **HU** incluidas en el **PB**. Por otro lado, en la Tabla ?? se presentan las **HU** trasladadas al **SB**, indicando así su planificación para ser ejecutadas durante el desarrollo del Sprint.

A.13.2. Desarrollo de Sprint

Durante el Sprint, ...

A.13.3. Revisión Sprint

Tras el desarrollo del Sprint, se realizó la reunión de revisión, en la cual ...

A.13.4. Retrospectiva del Sprint

Una vez terminado el Sprint podemos ver el BC en la Figura A.13.4, el cual refleja...

BC del Sprint 11

A.14. Sprint 12

Este Sprint tiene comienzo el ?? de ?? de 2024 con una duración de ?? semanas. Su objetivo principal era ?. A continuación, se detallan las diferentes fases del Sprint.

A.14.1. Planificación del Sprint

En esta reunión, ...

A continuación, en la Tabla ?? se detallan las diferentes HU incluidas en el PB. Por otro lado, en la Tabla ?? se presentan las HU trasladadas al SB, indicando así su planificación para ser ejecutadas durante el desarrollo del Sprint.

A.14.2. Desarrollo de Sprint

Durante el Sprint, ...

A.14.3. Revisión Sprint

Tras el desarrollo del Sprint, se realizó la reunión de revisión, en la cual ...

A.14.4. Retrospectiva del Sprint

Una vez terminado el Sprint podemos ver el BC en la Figura A.14.4, el cual refleja...

BC del Sprint 12

Anexo B. Entrevistas

En este anexo se recogen las entrevistas realizadas con los stakeholders durante el desarrollo del proyecto. Estas entrevistas se enmarcan dentro de un método de evaluación de usabilidad por indagación, tal y como explica Granollers [24]. El proceso de indagación se basa en alcanzar el conocimiento a través de la reflexión. En este tipo de métodos, una parte crucial del trabajo implica interactuar con los usuarios y observar detenidamente su uso del sistema en situaciones reales, con el objetivo de obtener respuestas a preguntas planteadas verbalmente o por escrito. A continuación, se detallan cada una de las entrevistas realizadas.

B.1. Primera Entrevista

La primera entrevista tuvo lugar el 16 de febrero de 2024, llevada a cabo en formato de videoconferencia. Contó con la participación de los stakeholders, Cristina y Manuel. A lo largo de la reunión, se abordaron una serie de preguntas que condujeron a unas conclusiones.

B.1.1. Guión de Preguntas

En este punto se presenta el guión de preguntas utilizado durante la entrevista. Es fundamental resaltar que, además de obtener información mediante preguntas directas a los interesados, también se sostuvo una conversación con ellos. A continuación, se enumeran las preguntas formuladas durante la entrevista.

¿Cuál es el propósito principal de la aplicación Web?

El propósito fundamental es facilitar a los médicos la capacidad de proporcionar retroalimentación a los pacientes sobre su movilidad y postura. La idea es que esta herramienta sea utilizada conjuntamente por el médico y el paciente durante sesiones presenciales.

¿Quién necesita acceder a la plataforma Web y qué roles desempeñan?

El acceso estará limitado a los médicos, ya que la aplicación está diseñada para ofrecer retroalimentación a los pacientes. Además, puede haber un rol de administrador encargado de gestionar los permisos de acceso de los médicos.

¿Qué métodos pueden utilizar los médicos para realizar las pruebas de diagnóstico?

Los médicos pueden optar por grabar directamente desde la aplicación Web o adjuntar vídeos ya grabados. Sería útil que la aplicación Web ofrezca indicaciones, como alertas si una parte del cuerpo no se detecta correctamente o si hay problemas de iluminación. Además, es importante considerar que existen diferentes tipos de pruebas con requisitos específicos.

¿Deberían incluirse los vídeos como parte de la visualización de las pruebas?

No, ya que algunas personas pueden no sentirse cómodas viéndose en vídeo. Una alternativa sugerida es presentar un modelo tridimensional del cuerpo en su lugar.

¿Cuál es el resultado final esperado de las pruebas? ¿Se presenta un porcentaje de probabilidad de tener fibromialgia, o se analiza porcentaje por cada área del cuerpo?

El objetivo es comparar los datos del paciente con los de un movimiento ideal. Esta comparación puede presentarse mediante modelos 3D y gráficos de datos. Además, la aplicación debe permitir focalizar en áreas específicas del cuerpo y asignarles una puntuación o porcentaje.

¿Se pueden ver pruebas realizadas en el pasado?

Sí, sería útil que los pacientes pudieran ver pruebas anteriores y compararlas para observar su progreso a lo largo del tiempo, lo que podría motivarlos a mejorar.

B.1.2. Conclusiones

Tras la primera entrevista, se logró obtener una comprensión inicial de la visión de la aplicación deseada por los stakeholders. Se destaca principalmente la decisión de no permitir el acceso de los pacientes al sistema, enfocando su uso en la interacción entre médico y paciente para proporcionar retroalimentación sobre el movimiento. Debido a esto, algunas preguntas preparadas sobre el rol del cliente no se pudieron realizar como las siguientes:

- ¿Tiene acceso a todas las pruebas realizadas o solo a algunas específicas?
- ¿Puede agregar videos como parte de las pruebas? ¿Y puede enviarlos a los médicos?
- ¿Es posible que un paciente esté asignado a varios médicos?
- ¿La visualización de las pruebas es similar a la de los médicos o se presenta de manera más simplificada para los pacientes?

Por otro lado, es relevante mencionar que los requerimientos relacionados con las señales duran-

te la grabación por parte del médico no forman parte del proyecto, ya que se prioriza el desarrollo de técnicas para visualizar los datos.

A pesar de las nuevas preguntas que surgieron tras depurar los distintos requisitos de la entrevista, se logró obtener una visión general que sirvió como base para el desarrollo continuo de la aplicación Web.

B.2. Segunda Entrevista

La segunda entrevista, realizada el 11 de marzo de 2024, se llevó a cabo mediante videoconferencia con la participación de los stakeholders, Cristina y Manuel. Durante la reunión, se abordaron una serie de preguntas que condujeron a conclusiones significativas. Además, se presentó el prototipo no interactivo detallado en el Anexo 4, así como el estudio de técnicas de visualización de datos que se detalla en el Anexo 5.

B.2.1. Preguntas clave durante la entrevista

A continuación se detallan las preguntas formuladas durante la entrevista, las cuales se presentaron junto con el prototipo no interactivo.

¿El médico puede gestionar otros médicos o solo a los pacientes?

La gestión de los médicos debe ser exclusiva de los administradores, permitiendo a los médicos concentrarse en la atención de los pacientes.

¿El administrador puede gestionar a los pacientes o esta función está reservada solo para los médicos?

Tanto los médicos como los administradores pueden gestionar a los pacientes en la aplicación Web.

¿Qué información se debe recopilar al crear un nuevo perfil de paciente?

Se requiere información básica como nombre, apellidos, edad, ubicación, número de teléfono, correo electrónico, además de datos relevantes como el diagnóstico y tiempo de padecimiento de la fibromialgia, nivel de actividad física y ocupación.

¿Un paciente puede tener asignados varios médicos?

No, cada paciente deberá tener asignado un único médico.

¿Debería una prueba en la aplicación Web contener datos de diferentes pruebas o solo de una?

Cada prueba debe ser específica y contener sus propios datos individuales.

¿Es posible añadir nuevos tipos de pruebas?

Inicialmente, no se considera necesario añadir más tipos de pruebas.

¿Qué información se debe proporcionar al crear una prueba?

Al crear una prueba, se solicitará la fecha, tipo de prueba, un vídeo y posiblemente escalas para evaluar el estado del paciente en el momento de la prueba, como por ejemplo la escala EVA para evaluar el dolor del paciente en el momento de realizar la prueba.

También se sugiere la posibilidad de crear múltiples pruebas de diferentes tipos simultáneamente para mejorar la eficiencia del médico. Además, se menciona la necesidad de un filtro para la facilitar la búsqueda de las pruebas por fecha o tipo.

¿Es viable mostrar un “grado de problema” basado en la variación entre el movimiento ideal y el real para cada parte del cuerpo?

Sí, se propone mostrar un “porcentaje de calidad de movimiento”, calculado comparando el movimiento ideal con el movimiento real de cada parte del cuerpo.

B.2.2. Conclusiones

Tras la segunda entrevista, se obtuvo una comprensión más profunda de los requisitos de la aplicación Web a desarrollar, enfatizando la importancia de la usabilidad para garantizar que los médicos puedan utilizar las funciones de manera sencilla y efectiva.

Además, se identificaron las preferencias de los stakeholders en cuanto a técnicas de visualización de datos, destacando las gráficas de líneas y de barras. Se sugiere, además, representar el desplazamiento en lugar del ángulo de cada parte del cuerpo, ya que esto simplificará su visualización.

Anexo C. Diagramas

En este anexo se recogen los diagramas diseñados para facilitar la implementación y compresión del sistema desarrollado. A continuación, son explicados en detalle cada uno de ellos.

C.1. Diagrama de Despliegue

El diagrama de la Figura C.1 muestra la disposición física de los diferentes artefactos software de la aplicación Wev en nodos. Se identifican principalmente tres nodos:

- El PC del cliente, que contiene el navegador con los archivos del lado del cliente.
- El servidor Web, que aloja la API accedida por el cliente.
- La base de datos MongoDB Atlas, donde se guardan los diferentes datos de la aplicación Web.

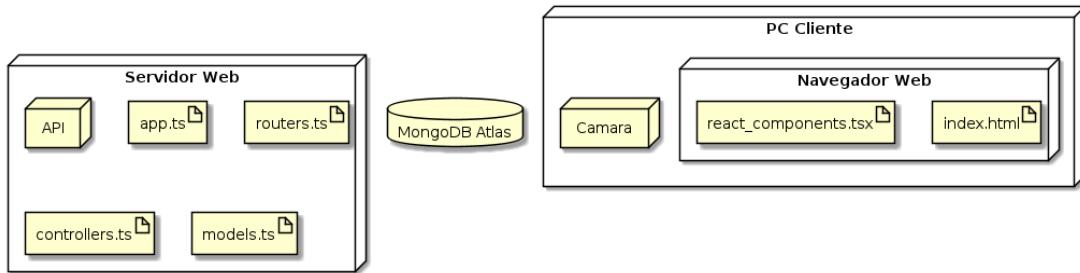


Figura C.1: Diagrama de despliegue

C.2. Diagrama de Base de Datos

El diagrama de la Figura C.2 muestra las diferentes entidades de la base de datos. Es importante recordar que esta base de datos es no relacional y utiliza MongoDB, lo que significa que no es necesario que cada documento tenga la misma estructura exacta. Sin embargo, se diseñó el

diagrama para proporcionar una base de los diferentes atributos que pueden tener cada entidad.

En el contexto de la aplicación web, se han identificado principalmente cinco entidades: administrador, médico, paciente, prueba y datos de prueba.

C.3. Diagrama de Secuencia para Iniciar Sesión

El diagrama de la Figura C.3 muestra los diferentes pasos que ocurren al iniciar sesión con éxito en la aplicación Web. Se puede observar como la página de inicio de sesión a través de la clase *DataService* ejecuta la operación *PUT* a la *API*, la cual empleando el *AuthController* comprueba si existe el correo electrónico pedido, seguidamente de verificar si la contraseña es correcta.

Una vez todo se realiza con éxito el *DataService* añade el token obtenido al almacenamiento local, el cual será empleado para verificar la identidad en posteriores operaciones que realice el usuario.

C.4. Diagrama de Secuencia para Crear un Paciente

El diagrama de la Figura C.4 muestra los diferentes pasos que ocurren al crear un nuevo paciente con éxito en la aplicación Web, teniendo en cuenta que el médico ya está iniciado sesión.

En el diagrama, se puede observar como nuevamente a través del *DataService* se ejecuta la operación *POST* en la ruta de paciente. Dicho ruta, antes de continuar con las operaciones comprueba si el usuario está autenticado y si tiene el rol correcto, en este caso, si es un médico. Estas comprobaciones son realizadas por los middlewares *userAuth* y *checkRole*.

Una vez completadas las comprobaciones previas, se pasa a la segunda etapa, donde se verifica la validez de los datos del nuevo paciente, así como la existencia previa del correo electrónico en la base de datos. Si todas las verificaciones son exitosas, el nuevo paciente se agrega y el usuario recibe la confirmación en la interfaz.

Es importante destacar que los diagramas de secuencia para la consulta, creación, edición y eliminación de las diferentes entidades de la base de datos seguirían un patrón similar al mostrado en este diagrama.

C.5. Diagrama de Actividad para Crear una Prueba

El diagrama de la Figura C.5 muestra los diferentes pasos que debe seguir un médico para crear una nueva prueba. En el cual, se puede observar que si el paciente no existe, será necesario

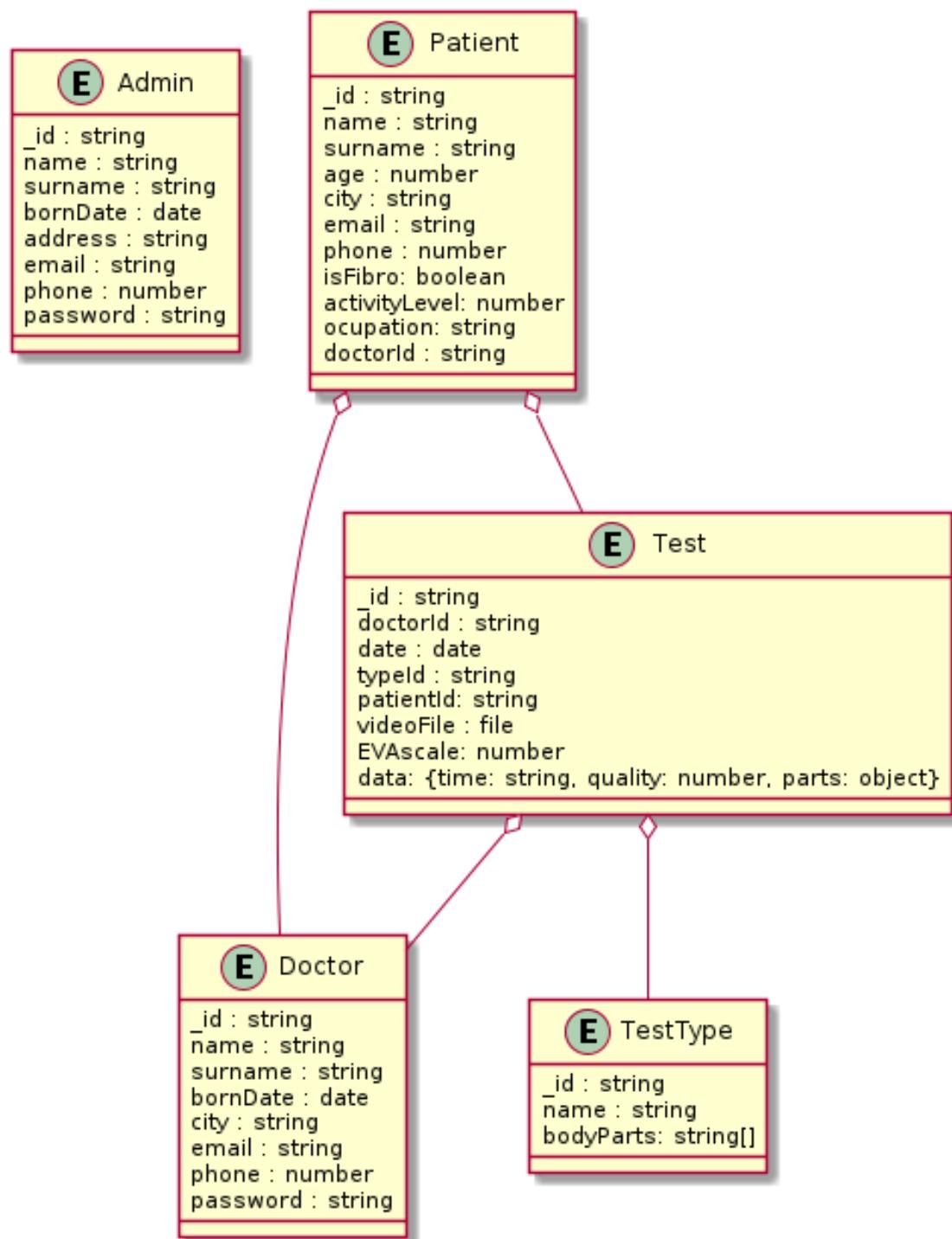


Figura C.2: Diagrama de base de datos

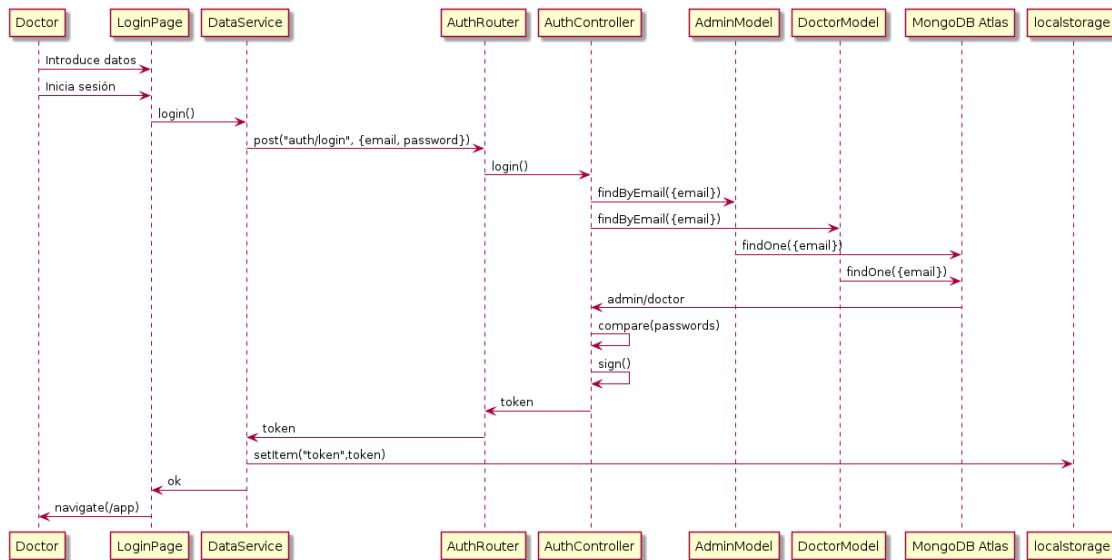


Figura C.3: Diagrama de secuencia de inicio de sesión con éxito

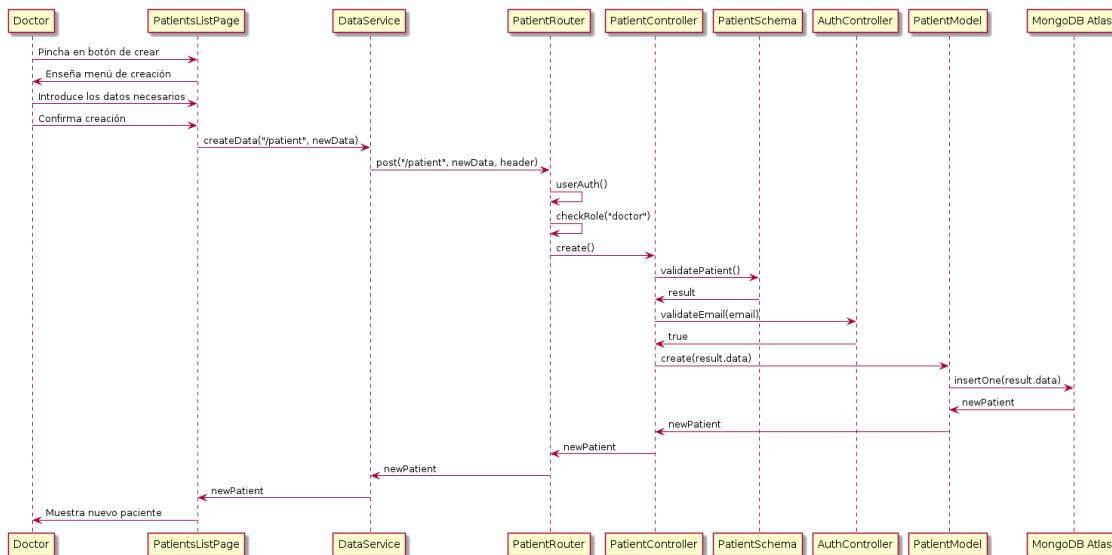


Figura C.4: Diagrama de secuencia de creación de un paciente con éxito

crearlo antes de agregar la nueva prueba deseada.

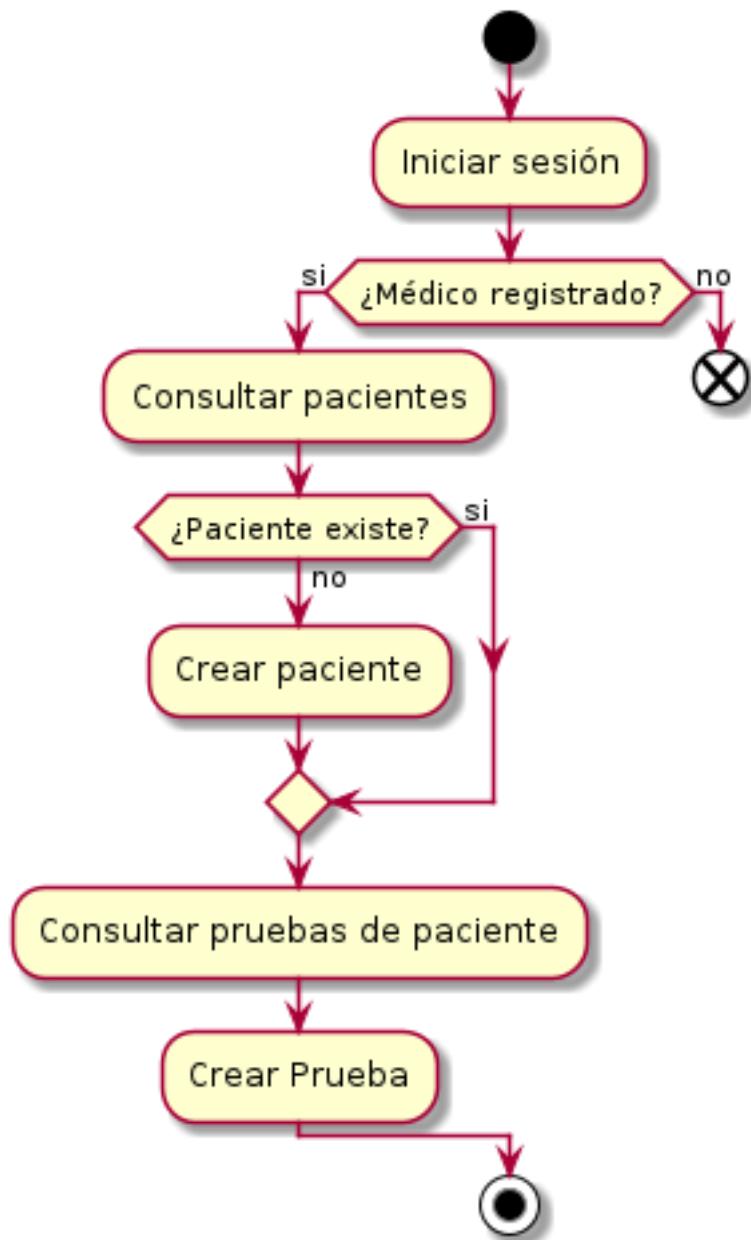


Figura C.5: Diagrama de actividad para crear una prueba

Anexo D. Prototipos

En este anexo se recogen los prototipos diseñados para comprender y validar los requisitos de la aplicación web, así como para facilitar la implementación mediante un diseño definido. Se han desarrollado dos prototipos, uno no interactivo y otro interactivo.

D.1. Prototipo No Interactivo

En esta sección se presentan capturas de pantalla del primer prototipo, que no era interactivo y estaba más alejado del diseño definitivo.

D.1.1. Ventana de Inicio de Sesión

La Figura D.1 muestra la ventana de inicio de sesión, que dirige al usuario a la ventana de inicio de médicos o administradores según el rol del usuario.

D.1.2. Ventana de Inicio de Médicos

La Figura D.2 muestra la ventana de inicio de sesión de médicos. Es importante destacar que esta ventana sería similar para los administradores, con acciones específicas para dicho rol.

D.1.3. Ventanas de Listas de Médicos y Pacientes

La Figura D.3 muestra las ventanas de listas de médicos y pacientes, respectivamente. Nuevamente, la ventana de lista de administradores sería similar a estas ventanas.

D.1.4. Ventanas Modales para Administrar Pacientes

La Figura D.4 muestra diferentes ventanas modales para administrar pacientes, como agregar, consultar o editar información. Estas ventanas son similares para la gestión de médicos y administradores.



Figura D.1: Ventana de inicio de sesión

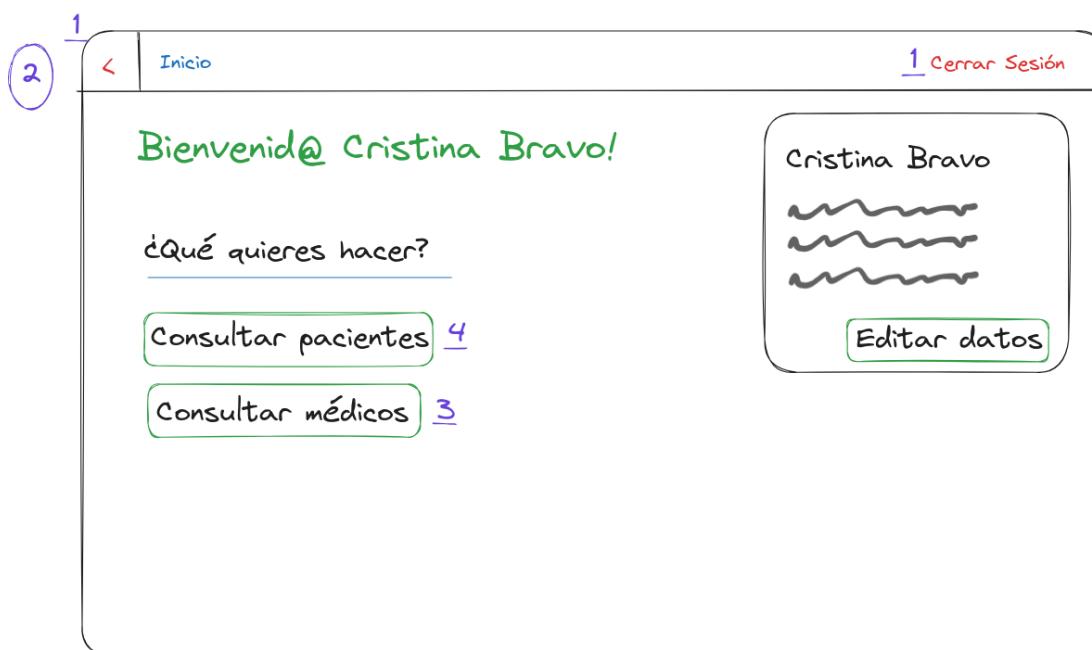


Figura D.2: Ventana de inicio de médicos



Figura D.3: Ventana de lista de médicos y pacientes

4.1 Nuevo Paciente 4 X

Nombre Apellidos

Fecha de nacimiento Dirección

Teléfono Correo

4 Cancelar Añadir 4

4.2 Sergio García 4 X

.....
.....
.....
.....
.....

5 4.3 Pruebas Editar Eliminar

4.3 Sergio García 4 X

Nombre Apellidos

Fecha de nacimiento Dirección

Teléfono Correo

4 Cancelar Editar 4

Mismas ventanas modales para admins y doctores

Figura D.4: Ventanas modales para administrar pacientes

D.1.5. Ventana de Lista de Pruebas

La Figura D.5 muestra la ventana que lista las pruebas realizadas por un paciente, organizadas cronológicamente.

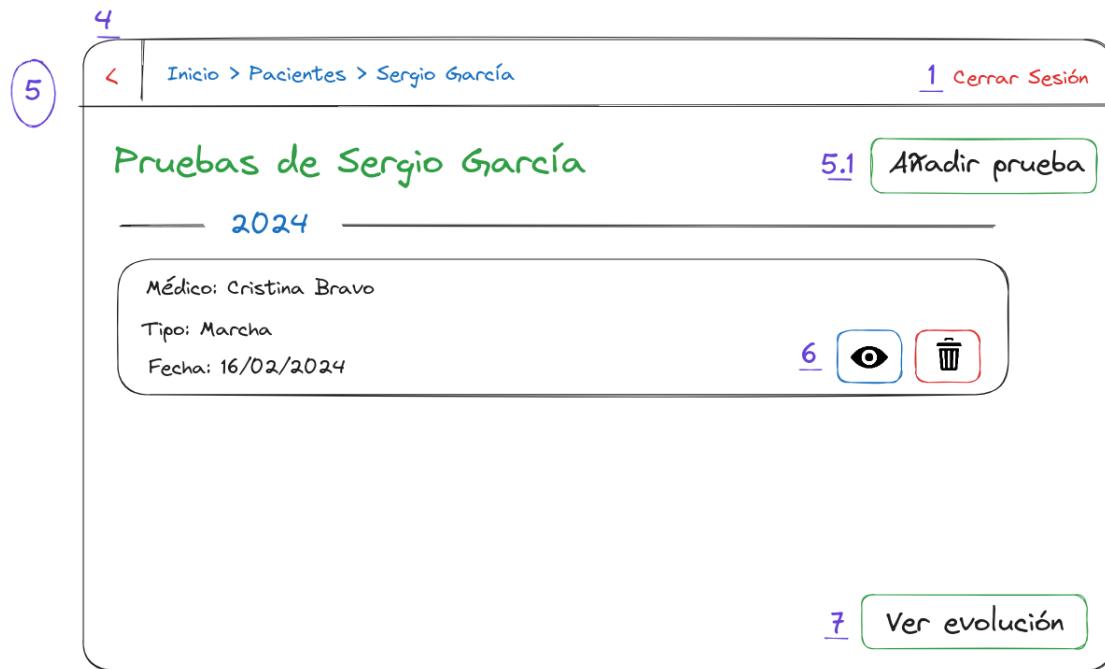


Figura D.5: Ventana de lista de pruebas

D.1.6. Ventana Modal de Adicción de Prueba

La Figura D.6 muestra la ventana modal para agregar una nueva prueba.

D.1.7. Ventana de Análisis de Pruebas

La Figura D.7 muestra la ventana para analizar las pruebas del paciente mediante técnicas de visualización de datos.

D.1.8. Ventana de Análisis de Evolución

La Figura D.8 y D.9 muestra las ventanas para analizar la evolución tanto de la probabilidad como del grado del problema mediante técnicas de visualización de datos.

5.1 Nueva Prueba para Sergio García

Médico: Cristina Bravo

Fecha

Tipo

5 cancelar 5

Figura D.6: Ventana modal de adicción de prueba

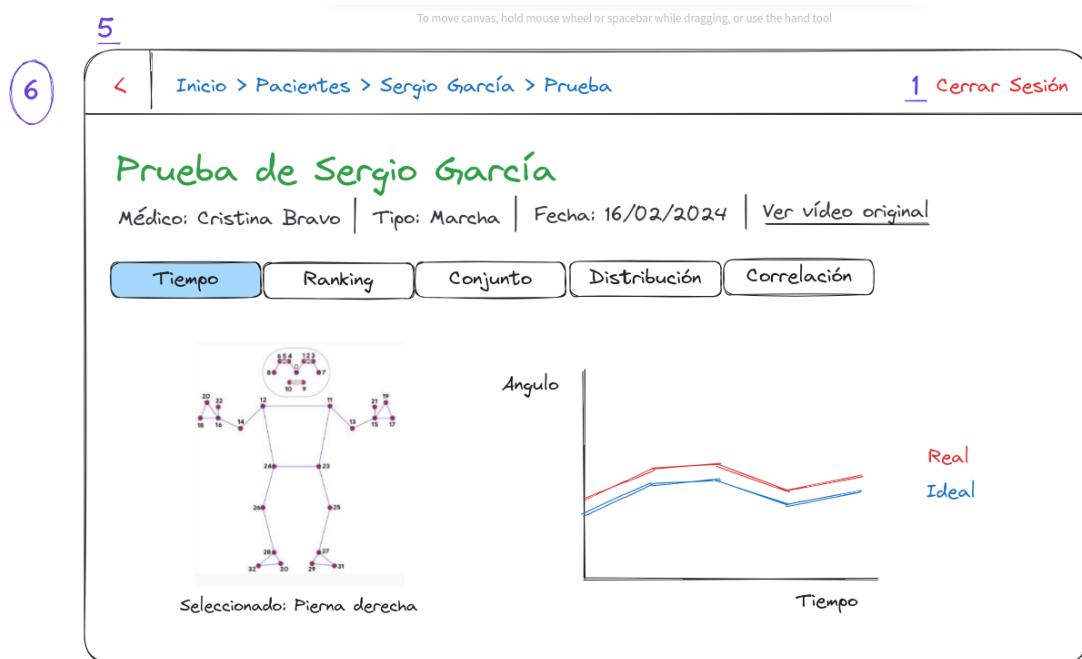


Figura D.7: Ventana de análisis de pruebas

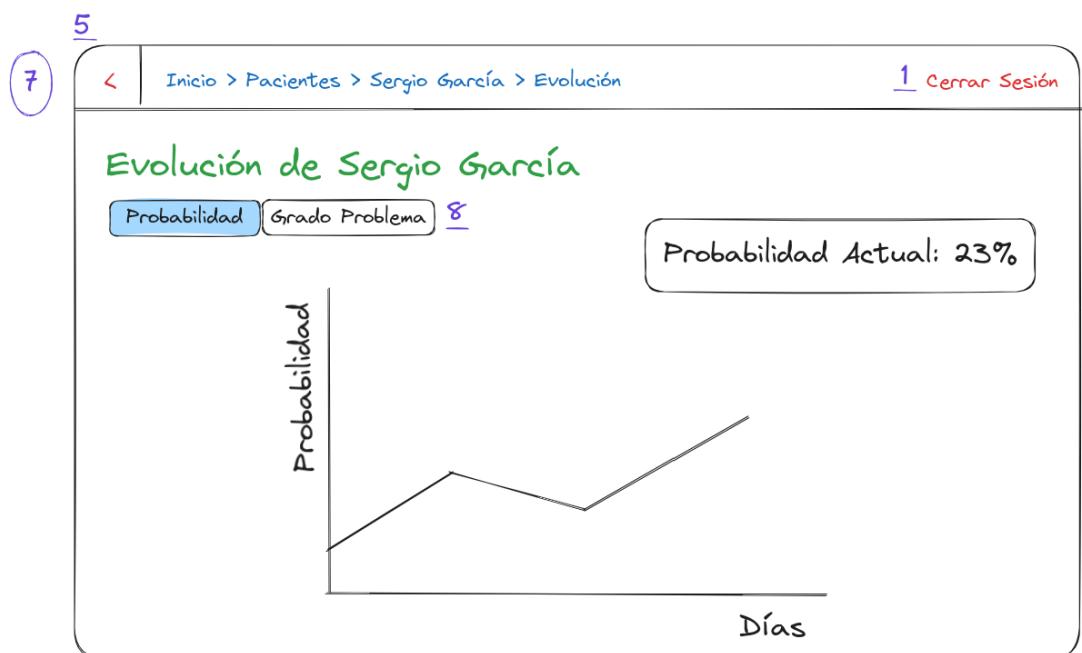


Figura D.8: Ventana de análisis de evolución de probabilidad

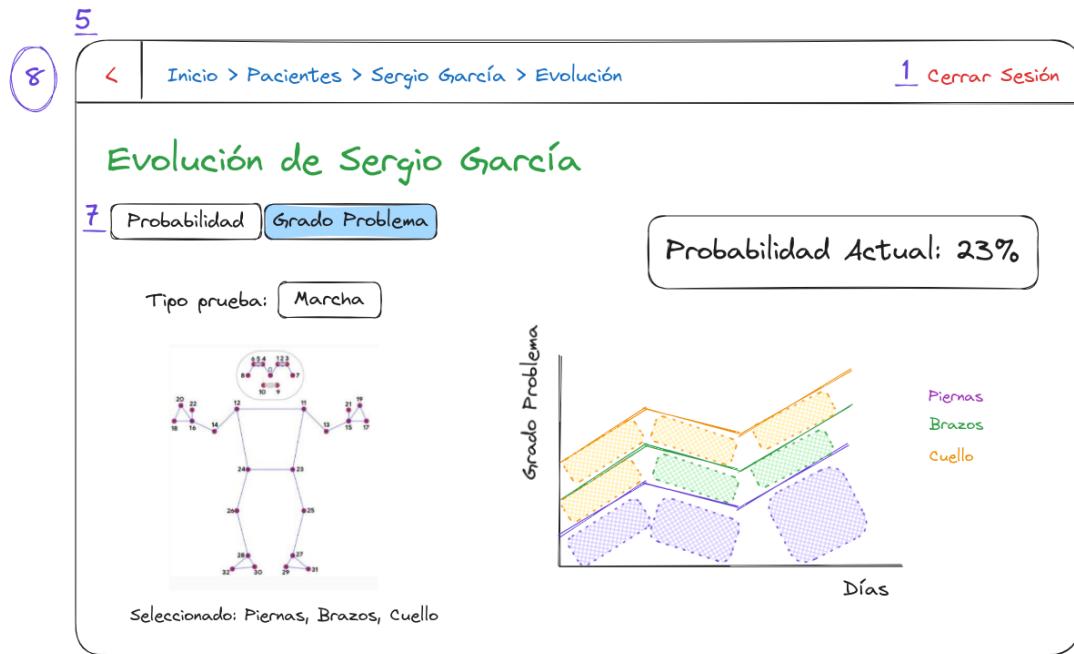


Figura D.9: Ventana de análisis de evolución del grado del problema

D.2. Prototipo Interactivo

En esta sección se presentan capturas de pantalla del segundo prototipo, que era interactivo y se acercaba más al diseño definitivo.

Anexo E. Estudio de Técnicas de Visualización de Datos

En este anexo se recopilan una serie de gráficas diseñadas para comprender y estudiar diversas técnicas de visualización de datos aplicables en la web. A continuación, se ofrece una explicación detallada de cada una de ellas.

E.1. Visualización del Tiempo de Vídeo

La Figura E.1 muestra una gráfica de línea que representa el ángulo de una parte específica del cuerpo en cada fotograma de un vídeo. Esta visualización permite comparar el ángulo observado con el ángulo ideal, lo que podría utilizarse para calcular un *porcentaje de calidad de movimiento*.

SEGÚN TIEMPO DE VÍDEO

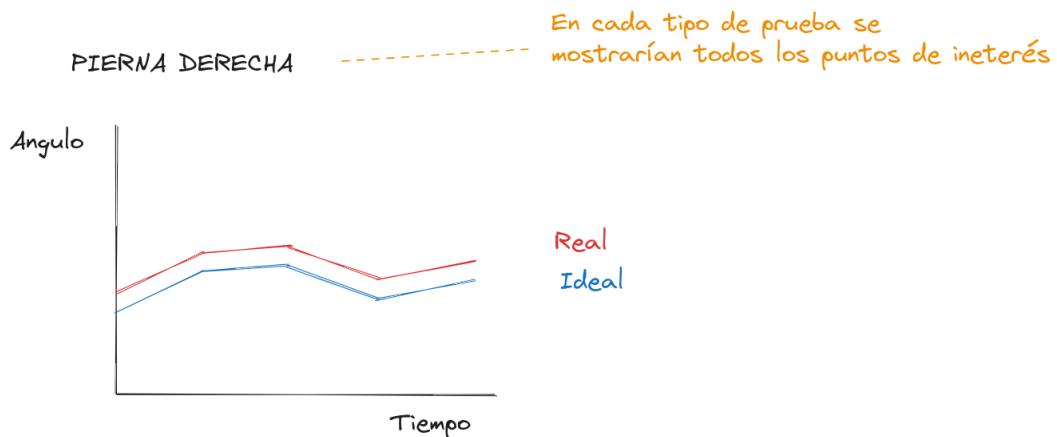


Figura E.1: Gráfica de línea según tiempo de vídeo

E.2. Evaluación de Calidad de Movimiento

La Figura E.2 presentan gráficas que muestran el *porcentaje de calidad de movimiento* en cada parte del cuerpo en función de la variación explicada anteriormente. Se pueden utilizar tanto diagramas radiales como de barras, siendo este último más recomendable por su capacidad de diferenciar mejor entre los datos.

E.3. Análisis Conjunto

La Figura E.3 muestra gráficas que representan la contribución de cada parte del cuerpo al problema total. Aunque el diagrama de pastel podría ser una opción, los diagramas de barras o de árbol son preferibles debido a que facilitan una mejor percepción visual.

E.4. Distribución de Ángulos

La Figura E.4 ilustra gráficas utilizadas para comparar el número de veces que aparece cada ángulo específico en una parte del cuerpo durante una prueba. Histogramas y diagramas de caja y bigotes son útiles para esta comparación, que puede ayudar a determinar el *porcentaje de calidad de movimiento*.

E.5. Correlación entre Ángulos

La Figura E.5 muestra gráficas que representan la relación entre diferentes partes del cuerpo. Se emplean diagramas de burbujas o mapas de calor para identificar correlaciones entre los ángulos en distintas partes del cuerpo.

E.6. Evolución del Paciente

La Figura E.6 muestra gráficas diseñadas para comparar datos recopilados de múltiples pruebas a lo largo del tiempo. Se pueden utilizar gráficas de barras normales o acumuladas, así como gráficas de líneas, para representar el *porcentaje de calidad de movimiento* en las diferentes partes del cuerpo.

Además, la Figura E.7 muestra la posibilidad de comparar los diferentes *porcentajes de calidad de movimiento* de cada parte del cuerpo en distintos días utilizando gráficos radiales, aunque en este caso se recomienda emplear gráficos radiales separados para una mejor comprensión.

RANKING ENTRE PARTES DE CUERPO

(según grado de problema)

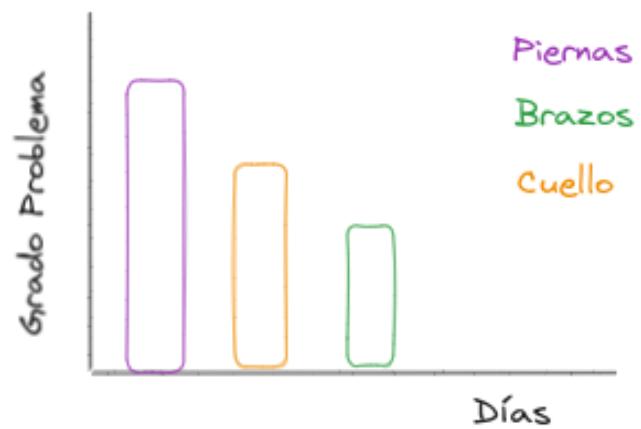
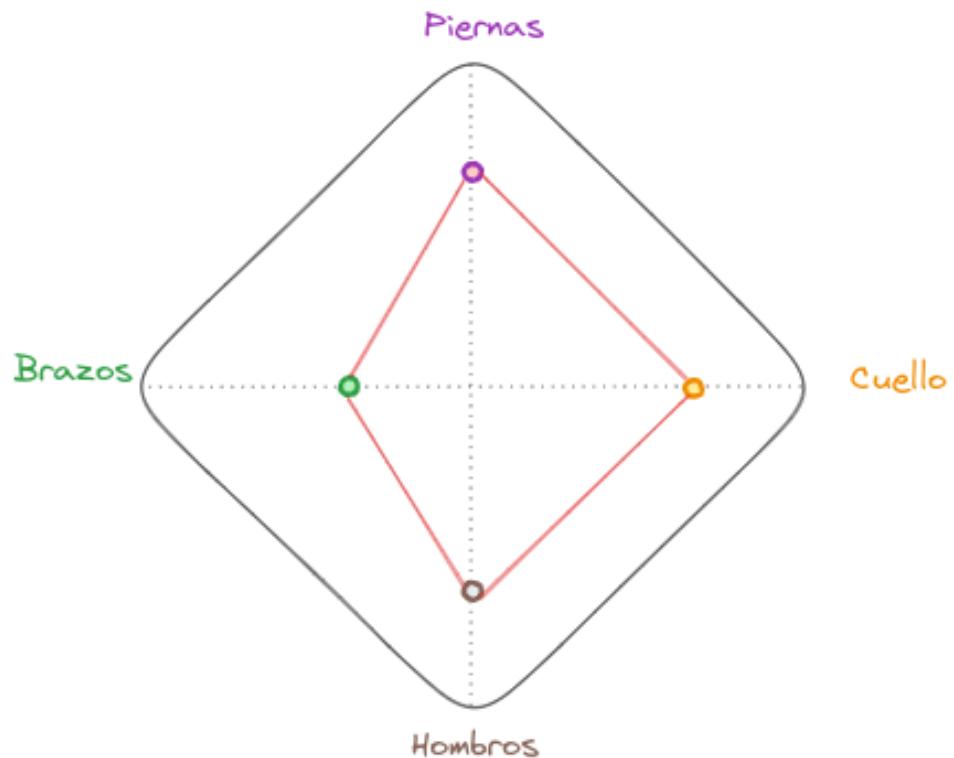


Figura E.2: Gráficas según porcentaje de calidad de movimiento

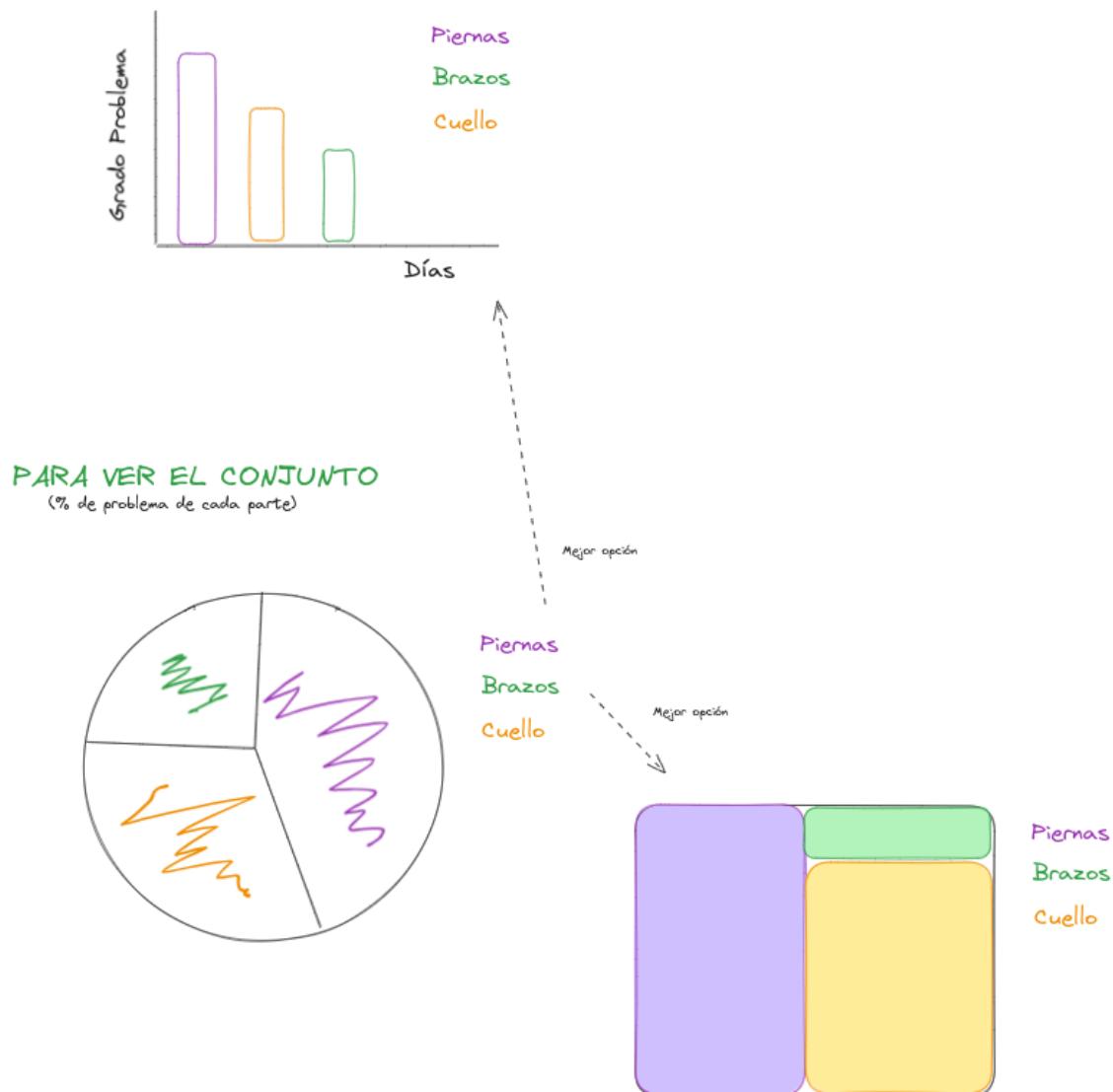


Figura E.3: Gráficas según el conjunto del porcentaje de calidad de movimiento

DISTRIBUCIÓN DE ÁNGULOS

(veces que se tiene x ángulo)

PIerna DERECHA

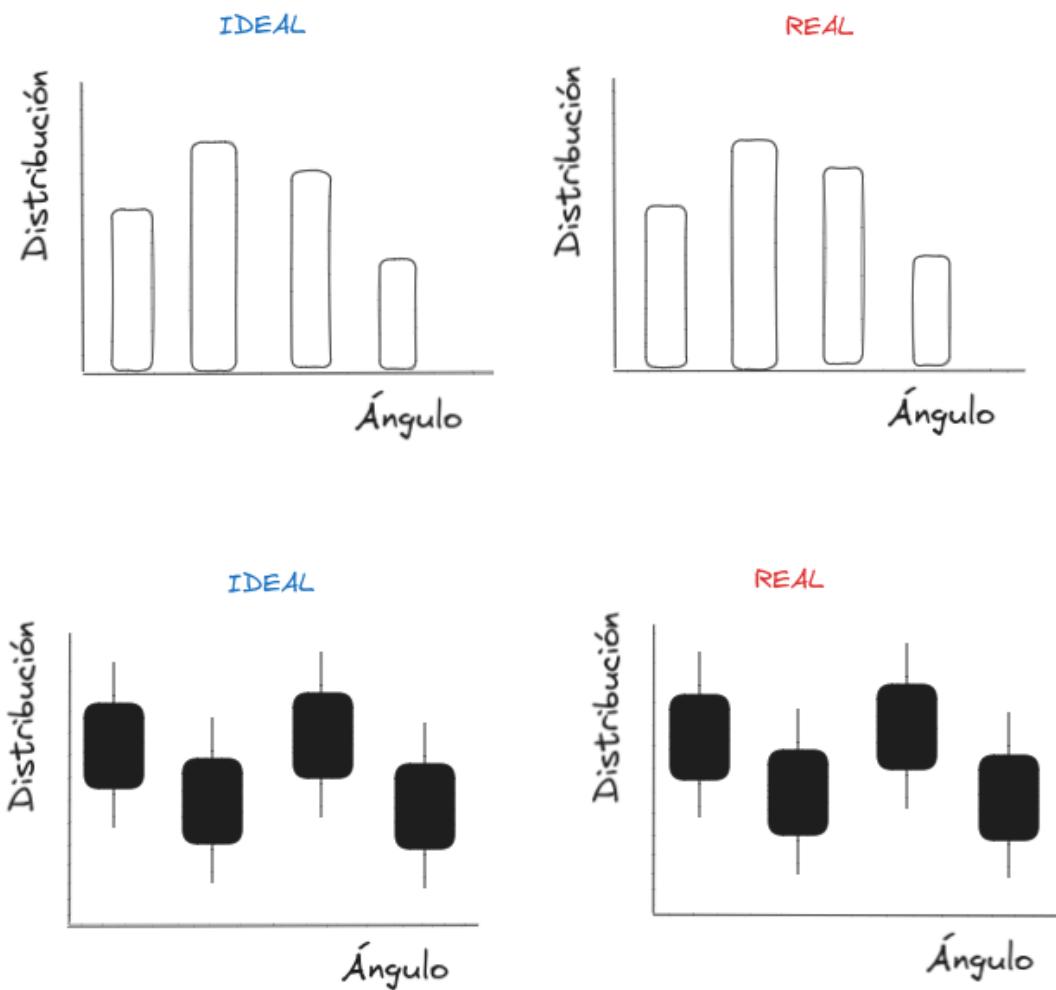


Figura E.4: Gráficas según distribución de ángulos en video

CORRELACIÓN ENTRE ÁNGULOS

Cuando el ángulo del brazo es X
el de la pierna es Y

Tamaño = Cantidad de ángulos

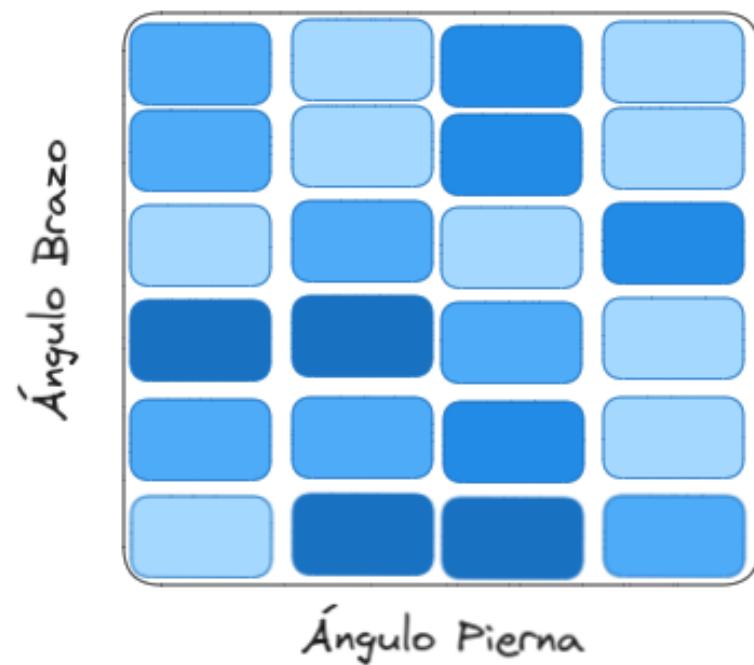
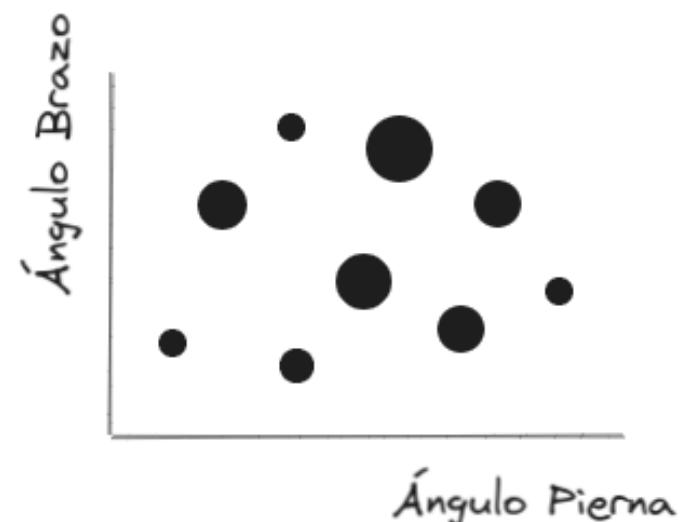


Figura E.5: Gráficas según relaciones de ángulos en vídeo

PARA OBSERVAR EVOLUCIÓN

PIerna Derecha

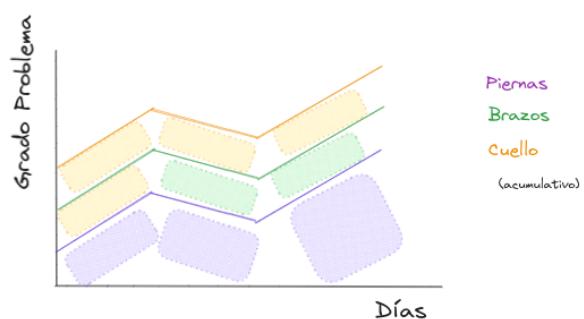
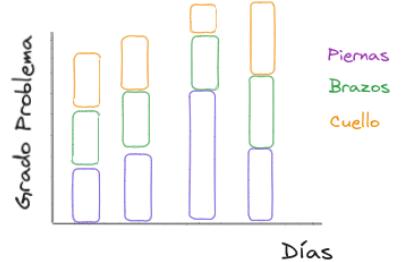
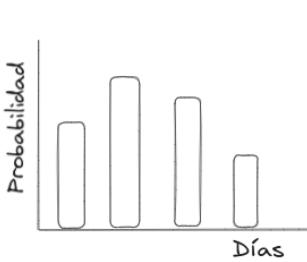


Figura E.6: Gráficas según evolución del paciente

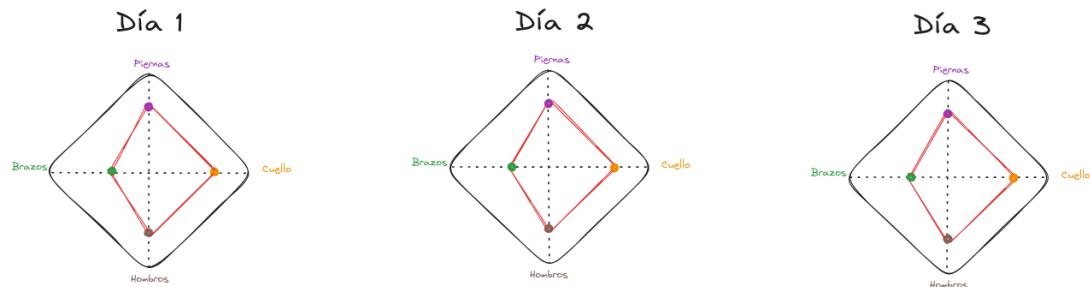


Figura E.7: Gráfica radial según evolución del paciente en porcentaje de calidad de movimiento

