



GRADO EN TECNOLOGÍAS DE LA TELECOMUNICACIÓN

Curso Académico 2019/2020

Trabajo Fin de Grado

APLICACIÓN WEB DE COMERCIO
ELECTRÓNICO PARA UNA TIENDA DE
ELECTRODOMÉSTICOS (NEVADO)

Autor : Sandra Álvarez Gancedo

Tutor : Dr. Gregorio Robles

Trabajo Fin de Grado

Aplicación web de comercio electrónico para una tienda de electrodomésticos
(Nevado)

Autor : Sandra Álvarez Gancedo

Tutor : Dr. Gregorio Robles Martínez

La defensa del presente Proyecto Fin de Carrera se realizó el día de
de 2020, siendo calificada por el siguiente tribunal:

Presidente:

Secretario:

Vocal:

y habiendo obtenido la siguiente calificación:

Calificación:

Fuenlabrada, a de de 2020

*Un esfuerzo total
es una victoria completa
Mahatma Gandhi*

Agradecimientos

En primer lugar quiero agradecer a mis padres, pues sin ellos y sin su esfuerzo no hubiese sido capaz de cerrar este ciclo. Muchas han sido las noches que habéis estado a mi lado, aguantando mis desvelos, mis nervios y mis miedos. Habéis sido el consuelo y el apoyo que necesitaba en mis momentos más duros, en los que únicamente un simple gesto vuestro hacía levantarme. Sois y sereis mi mejor ejemplo a seguir.

La vida me ha regalado unos segundos padres, mis tios, los cuales me quieren y me protegen como a una hija. Me habéis acompañado en los momentos más felices, pero también en los más difíciles, incluso cuando a mis padres les faltaban fuerzas para seguir adelante. Simplemente deciros, gracias.

Mi primo, más que un hermano. Cuantos momentos vividos, siempre liándola, en las buenas y las no tan buenas, pero siempre juntos. Nos separamos en esta etapa universitaria, pero nuestras carreras eran tan iguales que no nos ha impedido seguir ayudándonos.

Quiero agradecer a mis abuelos, a mi abuelo por enseñarme lo que es la vida. Por enseñarme que de todo lo malo también hay que saber sacar el lado positivo. A mi abuela, porque sé que desde algún rinconcito del cielo ha visto como lograba alcanzar todos mis sueños y mis metas. Pero sobre todo sé, que desde ahí arriba, me ha ayudado a luchar y a salir hacia delante ante el mayor reto de mi vida. Sé que estarías orgullosa de mí.

La universidad me ha aportado muchas cosas buenas, pero gracias a ella, conocí a quien es hoy uno de mis pilares, Alejandro. Se ha convertido en mi mejor amigo, mi confidente, mi otra mitad. Gracias por todo lo que has hecho y haces por mí. Me has ayudado en la universidad, pues sin ti, no sé si hubiese sido capaz de aprobar aquella asignatura que me traía por el camino de la amargura. Pero, sobre todo, me has ayudado en la vida, te quedaste a mi lado en el peor momento, cuando a todos nos invadía la incertidumbre, cuando ninguno sabia que iba a pasar, ahí estuviste conmigo. Me has dado fuerzas cuando mas flaqueaba, me has sacado una sonrisa

cuando más lo necesitaba, y me has dado entereza para asumir y afrontar lo que me estaba ocurriendo. Ha habido muchos momentos malos durante estos 5 años, pero juntos los hemos superado y así seguiremos haciéndolo.

Agradecer a mis compañeros y amigos de universidad por todos los apuntes y conocimientos intercambiados.

A mis profesores, en especial a Antonio Marqués y Carlos Figueras, pues me ayudaron, me apoyaron y me dieron facilidades para poder sacar adelante la asignatura PDAC, a pesar de mis condiciones. Recuerdo, con cariño, el email de Antonio para comunicarme que había conseguido aprobar la asignatura y felicitar me por ello, pues sabía del esfuerzo realizado.

Quiero hacer mención especial a mi tutor de proyecto, Gregorio Robles, por darme ánimos para llegar donde estoy hoy, terminando el trabajo fin de grado. Pero, sobre todo, gracias por ser paciente, por entender y comprender mi situación.

Y, por último, no me puedo olvidar de todos los médicos y enfermeras que me han atendido durante estos cinco años, puesto que, sin su esfuerzo, su investigación y su predisposición, no hubiese podido terminar esta etapa.

Agradecer a la vida, porque a pesar de todo he tenido suerte. Suerte por tener a la gente que tengo a mi lado, por haber podido estudiar, pero, sobre todo, suerte porque no todos pueden decir que han superado una enfermedad, como es un linfoma. Y, por qué no, gracias a ti, linfoma, porque me has enseñado a disfrutar y vivir la vida al máximo y a dar importancia a las cosas que realmente las tienen.

Resumen

El proyecto tiene como objetivo principal desarrollar una aplicación web de comercio electrónico para la venta de electrodomésticos.

Gracias a aplicaciones como la que se desarrollada en este trabajo, pequeños comercios pueden ampliar su mercado y llegar a más gente, pues simplemente accediendo a la web se puede ver la variedad de productos que hay en el catálogo, conocer su precio y realizar la compra de manera sencilla y, sin tener la necesidad de ir a la tienda física.

Destacar que además de la venta de electrodomésticos, la aplicación permite al administrador, dueño del comercio, gestionar los clientes, los productos, las ofertas, los pedidos y las facturas. Pensando en esta gestión, se implementa un sistema de importación y exportación de ficheros excel que permite al administrador cargar por ejemplo, productos de manera masiva sin tener que ir uno a uno, agilizando el trabajo del administrador.

La aplicación está diseñada para que cualquier usuario pueda navegar en ella, sin ningún tipo de dificultad. Para ello, se ha tenido en cuenta los criterios de accesibilidad y se han adaptado las distintas vistas a las resoluciones de pantalla más comunes, de tal forma que se pueda manejar tanto en un móvil como en un ordenador, sin que se produzca ningún cambio de usabilidad. Esto ha propiciado que para el desarrollo de la aplicación se hayan elegido las siguientes tecnologías: HTML5, CSS3, Bootstrap, Angular 7 y TypeScript (para la parte del cliente) y NodeJS, MongoDB y JavaScript (para la parte del servidor).

Summary

The main objective of the project is to develop an e-commerce web application for the sale of household appliances.

Thanks to applications like the one developed in this work, small shops can expand their market and reach more people, because simply by accessing the web you can see the variety of products in the catalogue, know their price and make the purchase in a simple way and without having to go to the physical store.

It is worth mentioning that in addition to the sale of household appliances, the application allows the administrator, owner of the shop, to manage clients, products, offers, orders and invoices. Thinking about this management, an import and export system of excel files is implemented that allows the administrator to load for example, products in a massive way without having to go one by one, making the administrator's work faster.

The application is designed so that any user can navigate it, without any difficulty. To do this, accessibility criteria have been taken into account and the different views have been adapted to the most common screen resolutions, so that it can be used both on a mobile and a computer, without any change in usability. This has led to the following technologies being chosen for the development of the application: HTML5, CSS3, Bootstrap, Angular 7 and TypeScript (for the client side) and NodeJS, MongoDB and JavaScript (for the server side).

Índice general

1. Introducción	1
1.1. Estructura de la memoria	2
2. Objetivos	5
2.1. Objetivo general	5
2.2. Objetivos específicos	5
2.3. Motivaciones	6
2.4. Planificación temporal	7
3. Estado del arte	9
3.1. HTML5	9
3.2. CSS3	10
3.3. JavaScript	11
3.4. TypeScript	12
3.5. Bootstrap 4	13
3.6. Angular	14
3.6.1. Angular CLI	17
3.6.2. Angular Material	17
3.6.3. Angular Editor	17
3.7. Node JS	18
3.8. Npm	18
3.9. Express.js	19
3.10. Nodemon	20
3.11. MongoDB	20

3.12. Mongoose	22
3.13. Bcryptjs	22
3.14. Passport.js	23
3.15. Git	23
3.16. Visual Studio Code	24
3.17. Mongo Compass	25
4. Diseño e implementación	27
4.1. Arquitectura general	27
4.2. Diseño e implementación del servidor	29
4.2.1. Estructura del servidor	30
5. Resultados	33
6. Conclusiones	35
6.1. Consecución de objetivos	35
6.2. Aplicación de lo aprendido	36
6.3. Lecciones aprendidas	37
6.4. Trabajos futuros	39
A. Manual de usuario	41
Bibliografía	43

Índice de figuras

2.1. Planificación temporal:Diagrama de GANTT.	7
4.1. Ejemplo arquitectura Three-Tier.	27
4.2. Ejemplo arquitectura de tipo MEAN.	29

Capítulo 1

Introducción

El comercio es el intercambio de mercancías y géneros en el mercado de la compra-venta.

Si nos remontamos a la antigüedad, se puede ver como los primeros hombre ya usaban un sistema de trueque para intercambiar pieles, alimentos o animales. Este sistema de trueque ha ido evolucionando conforme iba avanzando la humanidad, surgiendo el comercio tal y como se conoce actualmente.

Gran parte de esta evolución ha venido dada por el avance de la tecnología, ya que no ha supuesto un gran cambio en el concepto de comercio pero sí en la manera de comercializar. Pues, hace unos años no se entendía el comercio sin tener que desplazarse a una tienda física.

Con la aparición de Internet, aparecieron las primeras transacciones comerciales online. Fue en el año 1981 cuando se realizó la primera de todas ellas. A pesar de ello, no empezó a adquirir popularidad entre las grandes compañías de comercio hasta el año 1994, cuando NetScape implantó SSL, que proporcionaba mayor seguridad en las transacciones y, cuando empezaron a surgir los primeros servicios de terceros para el procesamiento en línea de tarjetas de crédito. Muchas de estas compañías invirtieron grandes fortunas, pensando en el boom que tendría este tipo de comercio. Pero no fue hasta el año 2004 cuando empezó a adquirir popularidad, ya que la aparición del Consejo de Normas de Seguridad para las tarjetas de pago daba mayor seguridad a la hora de realizar las compras.

A pesar de todo ello, las personas seguían siendo muy reticentes a comprar por internet por el miedo a que les copiaran sus datos bancarios. La creación de pasarelas de pago totalmente seguras, como la creación, por parte de la entidades financieras, de tarjetas de crédito recargables para este tipo de compras hizo que la gente fuese perdiendo el miedo y que el comercio

electrónico despegará como esperaban las grandes compañías. Además, el uso de los dispositivos móviles como smartphones o tablets así como la aparición de las redes sociales, donde te permiten publicar anuncios para promocionar productos y servicios ha provocado que el comercio no se entienda sin el comercio electrónico. Teniendo en cuenta la importancia de los dispositivos móviles en este tipo de ventas online, se entiende que todas las tiendas quieran adaptar sus aplicaciones web a estos dispositivos y plataformas.

El comercio electrónico, además de suponer un canal adicional de ventas tiene la ventaja de permitir nuevos mercados y ampliar posibilidades de negocio, lo que hace que aquellas tiendas pequeñas en las que todavía no se ha implantado este tipo de comercio quieran hacerlo. De esta necesidad, surgió la idea de realizar este proyecto. Pues, me permitía ampliar mis conocimientos tecnológicos y ser una salida profesional importante.

1.1. Estructura de la memoria

La memoria comienza con un resumen, el cual explica de manera breve en que consiste el proyecto así como las tecnologías que se han usado para desarrollarlo. A continuación, se sitúan los agradecimientos y los dos índices, el índice general y el índice de figuras. Después, van los 6 capítulos en los que se divide la memoria y los apéndices.

- **Capítulo 1: Introducción.** Se describe de manera general en que consiste el proyecto. Además, se especifica cual es la estructura de la memoria.
- **Capítulo 2: Objetivos y motivaciones.** Se describen los objetivos que se pretenden alcanzar con el desarrollo y finalización del proyecto. Se detallan las motivaciones por las cuales se ha decidido realizar una aplicación web de comercio electrónico. Y, además, se explica el planing temporal seguido para terminar con éxito el trabajo.
- **Capítulo 3: Estado del arte.** Se explican las tecnologías usadas en el desarrollo de la aplicación. Al utilizar datos sensibles de personas, en esta sección se detalla brevemente la ley en la que se debe enmarcar el proyecto, siendo esta la Ley de Protección de datos.
- **Capítulo 4: Diseño e implementación.** Se describe de manera detallada la arquitectura, el diseño e implementación del servidor (en el que se explicará el API con todas las

llamadas que se realizan en la aplicación), el diseño de la base de datos y el diseño e implementación del cliente. Además, se describirán los Test Cases que se han realizado para el testing de la aplicación.

- **Capítulo 5: Resultados.** Se analiza si se ha conseguido alcanzar el resultado que se esperaba, así como, los problemas que se han encontrado en el transcurso del proyecto y como se han conseguido solucionar.
- **Capítulo 6: Conclusiones.** Se detallan las conclusiones que se han obtenido con el desarrollo de la aplicación, los conocimientos que se han afianzado y los que se han adquirido. Y, por último, las posibles líneas futuras que se podrían desarrollar para mejorar la aplicación.
- **Apéndice A: Manual de instalación.** Se explica todo lo que se debe instalar para que la aplicación funcione correctamente en cualquier ordenador, siempre en un entorno local.
- **Apéndice B: Manual de usuario.** Se describen los pasos que el cliente debe llevar a cabo para la finalización de la compra online.

Capítulo 2

Objetivos

2.1. Objetivo general

El objetivo principal de este trabajo Fin de grado es el desarrollo de una aplicación web de comercio electrónico.

A través de la misma aplicación se podrán realizar compras de productos electrónicos sin necesidad de ir a la tienda física y, se llevará a cabo la administración de dicha tienda online por parte del dueño o administrador del comercio.

2.2. Objetivos específicos

Para cumplir con el objetivo principal es necesario alcanzar los siguientes objetivos específicos:

- La aplicación web debe ser responsive, esto quiere decir, que se debe adaptar a cualquier tipo de resolución de pantalla sin perder funcionalidad. Pues, los clientes realizarán sus compras a través de diferentes navegadores y dispositivos móviles.
- La interfaz de la aplicación web deber ser sencilla, de tal forma que realizar una compra sea rápido y sencillo para cualquier usuario, incluso para aquellos que no tienen ningún tipo de conocimiento en informática y comercio electrónico.
- Puesto que se van a tratar datos personales susceptibles, la aplicación debe cumplir con los requisitos básicos de protección de datos. Además, debe ser robusta y segura a la hora

de realizar los pagos.

- La competitividad con otras aplicaciones web de comercio electrónico de electrodomésticos vendrá determinada por una interfaz atractiva y por funcionalidades como la calificación y valoración de los productos por parte de los clientes.
- La aplicación debe ser lo más modulable posible. Esto permitirá que ante un cambio en los requerimientos y necesidades de la tienda, la aplicación se adapte de manera fácil y rápida.
- Diseñar un sistema de administración que permita al dueño del comercio llevar un control de los clientes, los productos, los pedidos y las facturas. Así como, de los proveedores de productos y del transporte de los mismos.
- Implementar un sistema de importación y exportación de ficheros excel que permita el manejo de grandes volúmenes de datos.
- La aplicación debe ser accesible para que clientes con determinadas discapacidades puedan realizar sus compras.

2.3. Motivaciones

En la actualidad, las tiendas online están en pleno auge y son un pilar fundamental para el ámbito comercial, pues cada vez más personas deciden realizar sus compras a través de internet. Este hecho junto con el motivante de realizar un proyecto ambicioso fue lo que determinó que en este trabajo fin de grado se desarrollará una aplicación web de comercio electrónico.

Este desarrollo me permitía poner en práctica la mayoría de los conocimientos adquiridos en el transcurso del grado en Tecnologías de la telecomunicación pero, también me permitía adquirir nuevos conocimientos que me servirán para adentrarme en el mundo laboral del comercio electrónico. Suponía una motivación más enfrentarme a nuevos retos aprendiendo tecnologías nuevas como NodeJs, Angular, TypeScript o MongoDB y me servía para demostrarme que soy capaz de resolver cualquier conflicto que se plantee durante el transcurso del desarrollo con esfuerzo y dedicación, aumentando así mi confianza en afrontar nuevos proyectos de cara a mi carrera profesional.

2.4. Planificación temporal

Planificación temporal



Figura 2.1: Planificación temporal:Diagrama de GANTT.

Capítulo 3

Estado del arte

Para el desarrollo de este trabajo fin de grado se han utilizado diferentes tecnologías, las cuales se explicarán a continuación.

3.1. HTML5

HTML5 (Hyper Text Markup), es la quinta y última versión de HTML, lenguaje estándar utilizado para la definición y estructuración de los contenidos de las páginas web.

Se trata de una versión muy diferente a versiones anteriores, ya que su desarrollo vino dado por discrepancias entre diferentes miembros del consorcio W3C. En el año 2004, WATWG (Web HyperText Application Technology Working Group) sacó una primera versión, para el asombro de todos. Pero, fue en el año 2009 y, en colaboración con WATWG, cuando W3C comenzó con el desarrollo de la especificación de HTML5.

Fue creado con la intención de sustituir a la versión anterior de HTML (HTML4). Pero, también se pretendía que la aparición de esta nueva versión relevará otros lenguajes como XHTML1 y DOM Nivel 2.

Esta versión, además de incluir nuevas etiquetas y atributos, proporciona una plataforma de desarrollo para la creación de aplicaciones web complejas. Entre las nuevas funcionalidades se encuentran los siguientes puntos:

- Incorporación de elementos multimedia para reproducir sonidos y videos desde el propio navegador. Estos elementos multimedia, son las etiquetas `< audio >` y `< video >`.

- Integración de gráficos vectoriales escalables (SVG).
- Incorporación del elemento `< canvas >`, el cual permite dibujar y recrear animaciones en el navegador.
- Almacenamiento local en el lado del cliente, con *localStorage* y *SeassionStorage*.
- Incorporación de etiquetas que permiten la estructuración de los documentos HTML, sin recurrir al uso de `< div >`. Entre estas etiquetas, se encuentran `< header >` y `< footer >`, muy útiles para la creación de la cabecera y el pie de la página HTML.
- Incorporación de *MathML* para el manejo de fórmulas matemáticas en los documentos web.

3.2. CSS3

CSS3 (Cascading Style Sheets), es la última versión de CSS. Es un lenguaje de programación que permite definir y crear el aspecto visual de los documentos web.

Surgió de la necesidad de los desarrolladores de separar el contenido de estos documentos web de su estilo, ya que, de este modo, permitía crear documentos web más simples. Además, permite que un mismo documento web tenga varias hojas de estilo, facilitando así, por ejemplo, el diseño responsive, ya que una misma información necesita estilos distintos para los diferentes tipos de pantalla. Del mismo modo, que un documento puede tener varias hojas de estilo, una misma hoja puede ser reutilizada en varios documentos web, simplificando el trabajo de los desarrolladores.

Es un lenguaje simple, que se basa en reglas para definir los aspectos visuales del documento web. Como resumen, su propio nombre es capaz de propocionar la información necesaria que define el lenguaje, siendo esta la siguiente:

- Cascading: Este término indica que el estilo que se aplica al elemento padre del documento web también se aplica a los elementos hijos que contenga, propagándose en forma de cascada.
- Style: Como ya se ha mencionado anteriormente, es un lenguaje que define el estilo, aspecto visual del contenido de los documentos web.

- **Sheets:** Los estilos se añaden en ficheros, hojas cuya extensión es .css. Estas hojas son utilizadas en los diferentes documentos web o en el mismo documento, permitiendo así la simplicidad y flexibilidad en los documentos web.

Algunas de las novedades más importantes que introduce esta versión de css son: transicciones, sombras en cajas, gradientes, esquinas redondeadas, múltiples imágenes en fondo, opacidad o transparencia de los colores, entre otras.

Para finalizar, mencionar que el encargado de definir y mantener las especificaciones de este lenguaje es Worl Wide Web Consortium (W3C).

3.3. JavaScript

JavaScript es un lenguaje de programación interpretado, no necesita ser compilado para poder ejecutarse. Esto hizo que muchos usuarios de páginas web dudarán sobre la seguridad del código. Pero para eso, JavaScript se creó para funcionar en un entorno limitado, es decir, que el código JavaScript no puede acceder a los recursos del propio ordenador. A raíz de esto, los navegadores también definieron sus propias normas de seguridad, las cuáles determinan que un script no puede establecer conexión con páginas que pertenezcan a diferentes dominios.

Además, es un lenguaje orientado a objetos y eventos. Está basado en prototipos, en vez de usar clases para la herencia utiliza prototipos que, simulan muchas de las características que tienen las clases en los lenguajes de programación orientados a objetos, como puede ser Java.

Es un lenguaje imperativo y estructurado. Aunque su nombre puede indicar que tiene mas relación con Java, la realidad es muy distinta, pues tanto la semántica como los propósitos de ambos lenguajes son diferentes. Unas de las principales características en cuanto a este lenguaje de programación y que lo difiere de otros muchos lenguajes es el ámbito de las variables. Pues, en Javascript el ámbito de las variables es la función donde han sido declaradas y no el bloque en el cuál se declaran. Con la versión 6, se introdujo esta mejora, permitiendo que la variable fuese usada en el bloque siempre y cuando se definiese utilizando el término *let*.

Es un lenguaje débilmente tipado y dinámico, es decir, una misma variable puede adoptar dos tipos de datos diferentes en distintos momentos sin tener que redefinir la variable. Está formado en su totalidad por objetos, pudiéndose modificar las propiedades de dichos objetos en tiempo de ejecución, donándolo así del dinamismo que lo define.

Es un lenguaje rápido y ligero, por lo que se convierte en uno de los lenguajes más usados en el mundo del desarrollo de aplicaciones web. Su uso, principalmente, está en el lado del cliente pero, con la aparición de tecnologías como NodeJS, el uso de JavaScript en el lado del servidor está sufriendo un repunte significativo. El hecho de ser un lenguaje multiplataforma, que permite utilizarse tanto en Windows, como en Linux como en Mac, así como en cualquier navegador hace que aumente su popularidad y su uso.

Surgió de la necesidad de los desarrolladores de crear páginas web complejas y dinámicas, ya que HTML únicamente permite crear documentos web estáticos. Fue desarrollado por Brendan Eich de la compañía NetScape y, su primer nombre fue Mocha. Poco tiempo después cambiaría su nombre original y pasaría a llamarse LiveScript. En el año 1995, NetScape y Sun Microsystems (creadores del lenguaje Java) reintroducirían el lenguaje en el mundo de la programación, como Javascript. En el año 1997 se adopta como un estándar ECMA, denominándose ECMAScript. Desde entonces ha ido evolucionando y mejorando, creándose librerías y frameworks que facilitan la programación. En el año 2015 se publicó ECMAScript 2015 ó JavaScript 6, introduciendo características propias de las clases utilizadas en la programación orientada a objetos. La última versión hasta el momento, es la versión 8, segunda versión que tiene un proceso de desarrollo abierto.

3.4. TypeScript

TypeScript es un lenguaje de programación de alto nivel orientado a objetos, de código abierto y libre.

Su desarrollo estuvo a cargo de Microsoft y, en el, participó Anders Helsberg (diseñador y creador de C-Sharp, Delphi o Turbo Pascal). Surgió de la necesidad de los desarrolladores de crear aplicaciones robustas y de gran tamaño que con el lenguaje JavaScript no podían mantener debido a su escasa escalabilidad.

Su uso está permitido tanto en el lado del cliente, Angular 2, framework de JavaScript, usa TypeScript como lenguaje, como en el lado del servidor con NodeJS.

TypeScript, es un "Superset" de JavaScript, es un lenguaje escrito encima de otro lenguaje. Esto significa, que TypeScript se compila a JavaScript, permitiendo que cualquier código desarrollado en JavaScript funcione sin tener que modificar el código ni la aplicación. Mejora y

arregla algunos problemas que tiene el lenguaje JavaScript y, es por ello, que pone a disposición de los desarrolladores las funcionalidades disponibles en JavaScript ES6 y JavaScript ES7. Añade objetos basados en clase, facilitando la programación orientada a objetos. En su código se puede incluir ficheros de definición que contienen información de las librerías JavaScript. Además, incluye un tipado estático. El poder definir variables y funciones tipadas sin perder la esencia de JavaScript ayuda al desarrollador a evitar errores en tiempo de ejecución. Los tipos admitidos por TypeScript son: String, Number, Boolean, Array, Tuple (tipo de dato similar al Array pero con un número fijo de elementos), Enum, Any (la variable o función puede ser de cualquier tipo), Void, Never (tipo de datos que nunca se producen).

Su publicación fue en el año 2012 y actualmente, se encuentra en la versión 2.0, la cual introduce numerosas características con respecto a la primera versión, entre las que destaca la capacidad de evitar la asignación de variables con un valor nulo. Aunque al principio solo existía un IDE (Microsoft Visual Studio) con TypeScript como lenguaje de programación, ahora hay numerosos editores de texto que lo incluyen como lenguaje de programación. Entre estos editores destacan Sublime Text, WebStorm, Visual Studio Code.

Por último, destacar que su compilador también fue desarrollado en TypeScript, compilado a JavaScript y con licencia Apache 2.

3.5. Bootstrap 4

Bootstrap 4, es la versión más actual y estable de Bootstrap. Bootstrap es el framework más popular de CSS. Es un conjunto de herramientas que permite a los desarrolladores mejorar el aspecto visual de los documentos HTML y de las aplicaciones web de manera rápida y sencilla.

Su nombre original fue Blueprint, debido a que fue creado y diseñado por Matt Otto para la compañía Twitter como herramienta de trabajo de uso interno. En el año 2011, Twitter lo libera con licencia MIT y pasa a ser de código abierto.

El uso de este framework en las aplicaciones web permite generar diseños que, se adaptan dinámicamente a las diferentes resoluciones de pantalla y a los distintos dispositivos, favoreciendo, de este modo, el diseño conocido como responsive. Para ello, Bootstrap dispone de un sistema de cuadrilla o rejilla estándar de 940 píxeles pero, dispone de cuatro variaciones de tamaño para adaptarse a los distintos dispositivos. Estas cuatro variaciones son *sm*, *md*, *lg* y *xl*.

Es modular y consiste en un conjunto de hojas de estilo LESS que combinado con plantillas HTML y con extensiones JavaScript implementan los diferentes componentes de Bootstrap.

Incluye los elementos más usados en los documentos HTML, como son los formularios, las barras de progreso y de navegación, los cuadros, los mensajes de alertas o los botones con características especiales entre otros. Todos ellos tienen un estilo predefinido, pero que se puede modificar de manera sencilla.

Para usar bootstrap en las aplicaciones web es necesario incluir en el documento HTML la hoja de estilo de Bootstrap CSS. De la misma forma, si se quiere utilizar algunos de los componentes JavaScript predefinidos de Bootstrap se debe incluir la librería JQuery de JavaScript.

La versión 4 significa una mejora en diversos componentes permitiendo un diseño más responsive. Por eso, se han modificado componentes como la navegación, que incluye la nueva clase *flexbox*. Se ha creado un nuevo componente Card que sustituye a los componentes Wells, Panles y Thumbnails. Se han modificado los elementos de paginación y las modales. Y, se incorpora el componente Grid. Además, de estas significativas mejoras, se han incluido numerosas clases de uso común.

Por último, destacar que es compatible con todos los navegadores modernos, Firefox, Chrome, Safari, Opera, EDGE, Internet Explorer 10 pero, no es compatible con las versiones anteriores a Internet Explorer 10.

3.6. Angular

Es un framework de código abierto diseñado por Google. Permite crear aplicaciones web de una sola página, lo que se denomina SPA (Single Page Application). Utiliza TypeScript y HTML para el desarrollo de las aplicaciones web.

Angular permite separar el frontend del backend y sigue un modelo MVC (Modelo-Vista-Controlador), arquitectura de software que separa los datos de la aplicación, la interfaz de usuario y la lógica de control en tres componentes distintos. Además, Angular dota a las aplicaciones de escalabilidad pues, mantiene el código ordenado. De esta forma, las modificaciones y las actualizaciones de las aplicaciones son rápidas y sencillas.

Una de las principales ventajas de este framework y de las páginas SPA es la velocidad de carga entre las diferentes vistas de la aplicación. Cuando se cambia de vista, es decir la url se

modifica, no se recarga la página sino que éstas se cargan de manera dinámica, rápida y reactiva.

La arquitectura de una aplicación Angular se basa en clases de 4 tipos distintos (módulos, componentes, servicios y directivas). Estas clases se identifican a través de decoradores, los cuales permiten cargar los metadatos necesarios que determinan a Angular como debe usar dichas clases.

Módulos.

Los módulos suministran el contexto de compilación de los componentes, es decir, es aquí donde se definen los diferentes componentes que va a formar la aplicación, las dependencias, las clases que actúan como servicios en la aplicación y las rutas de navegación que establecen las vistas de la aplicación.

Toda aplicación angular tiene un módulo principal, que es el raíz. Este módulo suele recibir el nombre de AppModule y, es el que inicia el sistema de arranque de la aplicación.

Al igual que en Javascript, los módulos de Angular permiten importar y exportar funcionalidades proporcionadas por otros módulos, por lo que, una aplicación puede tener más de un módulo y, cada uno de ellos ser independiente. La manera en que se organizan estos módulos ayuda a la realización de aplicaciones más complejas y a la realización de código. Además, permite que la carga inicial sea mínima, ya que cada módulo se carga a petición, es decir, cuando se va a utilizar.

Componentes.

Las aplicaciones Angular tienen un componente que es nexo de unión entre los diferentes componentes, que forman la aplicación, y el modelo de objeto del documento de la página (DOM). Los componentes son los que tienen la lógica y los datos de la aplicación. Son los que controlan las diferentes plantillas HTML que se cargan cuando se modifican las URLs dentro de la aplicación. Estas plantillas HTML son las vistas que forman la interfaz de usuario.

De la misma forma que las aplicaciones diseñadas con Angular pueden tener más de un módulo, estas aplicaciones pueden tener subcomponentes, los cuales se pueden relacionar entre sí mediante dos tipos de vinculación de datos. Mediante eventos y mediante propiedades. A través de los eventos la aplicación responde a las entradas del usuario actualizando los datos y, a través de las propiedades se envían valores calculados de los datos de la aplicación a los HTMLs que forman las vistas. Esta vinculación de datos se puede producir en ambas direcciones por lo que, igual que los datos de la aplicación pueden modificar los HTMLs, los cambios en el DOM

pueden modificar los datos de la aplicación.

Por último, decir que los componentes llevan el decorador `@Component`, que es el que determina a Angular que una clase actúa como un componente.

Servicios

Los servicios no son más que clases en las que se definen datos o funcionalidades generales que no están asociadas a una determinada vista. Son usadas para compartir datos y operaciones entre componentes. También es donde se suele realizar toda la operativa de las peticiones a la API de las aplicaciones. Deben llevar el decorador `@Injectable`, pues es el que permite obtener los metadatos necesarios para que otras clases puedan inyectar sus dependencias.

Directivas

Las directivas son clases en las que se definen los términos claves que se usan en las plantillas. Cuando se carga una vista, Angular procesa estos términos clave que modifican el HTML y el DOM de la aplicación. Por lo que, una plantilla además de utilizar HTML para definir la vista usa marcas propias de angular que son estas directivas.

Existen dos clases de directivas, las de atributo que modifican el comportamiento del componente y, las estructurales que únicamente modifican la apariencia.

Por último destacar la manera que tiene Angular de realizar la navegación entre las distintas vistas de la aplicación. Para ello, Angular dispone de un enrutador que no es más que un módulo que a través de un servicio define las rutas de navegación de la aplicación. Este módulo se ajusta a las convenciones de los navegadores. Esto quiere decir que, tanto si se pone la URL en la barra de direcciones como si se pincha un enlace en la aplicación como si se hace clic en el botón de retroceso o avance se navegá a la página correspondiente. El enrutador es el que muestra u oculta una vista. Cada vez que se modifica la URL el enrutador se encarga de añadir la ruta en el historial del navegador, de ahí que los botones de retroceso y avance funcionen. Cada ruta de navegación está asociado a un componente.

Como todos los framework Angular dispone de varias versiones aportando todas ellas mejoras en dicho framework. La primera versión de Angular se conoce como AngularJS y es la más distinta a las demás pues el resto son actualizaciones de Angular 2. Cuando se definió la segunda versión se decidió modificar el nombre del framework y dejarlo como Angular. La última versión estable es la versión 8.

3.6.1. Angular CLI

Angular CLI (Command Line Interface) es una herramienta de línea de comandos creada por el equipo de Angular. Es muy útil a la hora de iniciar una aplicación web diseñada con Angular, ya que con un sólo comando genera el esqueleto de carpetas y archivos necesarios de la aplicación. Además, contiene herramientas predefinidas que ayudan al desarrollo y mantenimiento de este tipo de aplicaciones. Al crear una aplicación web con Angular Cli, dentro de la estructura de archivos, se crea un archivo de configuración, en el cual se añaden las dependencias necesarias para que la aplicación web compile y ejecute. Este archivo de configuración se va modificando conforme se van creando los componentes, servicios o directivas. Para ello, Angular Cli tiene comandos que permiten crear estas clases de manera sencilla, pues se crean los distintos archivos que conforman un componente, un servicio o una directiva. Entre las herramientas predefinidas destaca el compilador, el sistema de testing y el servidor web.

3.6.2. Angular Material

Angular Material es una librería creada por Google para las aplicaciones web desarrolladas con Angular. Al igual que Bootstrap ayuda a diseñar aplicaciones web atractivas, con estilos y formas únicas, ya que contiene multitud de componentes con estilos prefijados. Estos componentes permiten a las aplicaciones web ser rápidas, consistentes y versátiles. Además, con el uso de esta librería las aplicaciones web se adaptan mejor a la mayoría de resoluciones de pantalla y de dispositivos, facilitando el diseño responsive de las aplicaciones. También, con su uso se crean aplicaciones web accesibles, ya que los componentes cumplen con los estándares de accesibilidad. Mencionar que al utilizar esta librería se facilita la internacionalización de la aplicación puesto que, permite la utilización de diferentes idiomas. Por último, destacar que es compatible con todos los navegadores modernos.

3.6.3. Angular Editor

Es un componente de angular que permite escribir texto con formato y estilo propio dentro de un documento HTML. El estilo y el formato lo determina el usuario, por lo tanto el estilo como el formato puede variar de un usuario a otro y de un texto a otro. El componente transforma lo escrito con el formato y el estilo definido al lenguaje HTML para que en pantalla se visualice

conforme el usuario determina. Es compatible únicamente con las últimas versiones de angular, siendo estas Angular 6, Angular 7 y Angular 8.

3.7. Node JS

Node js fue creado en 2009 por Ryan Dahl como sistema de desarrollo de aplicaciones red escalables. Es un entorno de ejecución orientado a eventos asíncronos que utiliza el motor V8 de Google, desarrollado en C++ y de código abierto, para interpretar el código javascript, del mismo modo que hace el navegador Chrome.

Se basa en sistemas como Event Machine de Ruby y Twisted de Python, con la diferencia que Node.js no necesita realizar la llamada de bloqueo de inicio de evento que tienen estos sistemas, si no que cuando ejecuta el script de entrada del bucle inicio de eventos arranca y finaliza cuando no hay más devoluciones de llamadas callbacks, utilizando así un único hilo por conexión. De este modo, cada nuevo evento se añade al bucle de eventos que se ejecuta al inicio, evitando el bloqueo de procesos que se produce en los sistemas de concurrencias basados en la utilización de hilos de los sistemas operativos. Estos procesos usan un hilo por cada conexión provocando la ineficiencia de los recursos utilizados. A pesar de que Node.js esté pensado para usar un único hilo se pueden crear hilos diferentes o subprocesos a través de Apis propias de Node como `API_child.process.fork()`.

Por otro lado Node es un buen aliado para desarrollar aplicaciones web, ya que a la hora de implementar el protocolo Http para Node se pensó tanto en la latencia de transmisión como en la transimisión por streaming de datos.

3.8. Npm

Es el sistema de administración de paquetes del entorno de ejecución JavaScript NodeJs. Dicho sistema contiene un cliente, a través del cual ejecutando una línea de comando se instalan los paquetes necesarios para que un proyecto NodeJs funcione correctamente y, una biblioteca o base de datos con más de 477000 paquetes disponibles para poder usarse. Todos estos paquetes están guardados con formato CommonsJs y contienen un archivo para almacenar metadatos con formato Json. Fue desarrollado por Isaac Z. Schlueter y se desarrollo por completo en

JavaScript.

Al instalar un paquete a través de Npm, se instala bajo el directorio del proyecto `./node_modules`. Permite instalar con un único comando todas las dependencias del proyecto NodeJs, siempre y cuando se ejecute el comando en la raíz del proyecto. Esto es debido a que Npm utiliza el archivo con formato Json, denominado `Package.json` para guardar todos los metadatos relevantes a los módulos, paquetes y dependencias del proyecto. Por ejemplo, en el archivo `package.json` se pueden guardar las versiones válidas para los diferentes módulos, así como hacer un versionado del módulo instalado para que a la hora de auto actualizarse no se estropee el proyecto. Gracias a esto, Npm hace que la instalación de proyectos NodeJs, descargados de Git sea sencilla.

3.9. Express.js

Express es el framework más usado para aplicaciones desarrolladas con Node.js. Es un framework flexible, rápido, ligero y minimalista. Pero, a pesar de ello, existen numerosos plugins o middlewares compatibles con Express. Estos plugins permiten resolver los problemas que pueden surgir a la hora de implementar aplicaciones con Express. Por todo esto, express sirve de base de otros muchos frameworks de Node.js.

Express permite:

- Crear aplicaciones Node de manera sencilla y rápida, ya que proporciona el esqueleto de las aplicaciones.
- Modificar ajustes de la aplicación como la localización de las plantillas que se van a usar en la aplicación así como el puerto en el que se va a ejecutar.
- El uso de cualquier base de datos, siempre y cuando la base de datos esté soportada por Node.
- La gestión de cookies, usuarios y sesiones a través de su middleware.
- Configurar y establecer las rutas entre el front y la base de datos.
- Configurar y establecer la visualización de las plantillas a utilizar. Tiene métodos que determinan el lugar donde se encuentran dichas plantillas.

- Mejorar las funcionalidades HTTP que tiene Node y que están basadas en Connect, ya que existen métodos que determinan la función a usar indicando únicamente el verbo de la petición HTTP.

3.10. Nodemon

Nodemon es una herramienta que permite a los desarrolladores de Node implementar sus aplicaciones de manera más sencilla, ya que amplía y mejora funcionalidades propias de Node.

Cuando se programa en Node, los cambios realizados en el código fuente no se ven reflejados en la aplicación inmediatamente, sino que hasta que no se reinicia el servidor de Node no se ven en la aplicación, por lo que cada vez que es necesario probar un cambio habría que parar y arrancar el servidor, relentizando el desarrollo de los proyectos. Nodemon se usa para solucionar el inconveniente anterior, ya que lo que hace es reiniciar de manera automática el servidor cada vez que detecta un cambio en el código fuente. Por lo tanto, estos cambios se ven reflejados en la aplicación inmediatamente permitiendo, de este modo, programar y probar nuevas funcionalidades sin demoras y de manera sencilla y rápida.

3.11. MongoDB

MongoDB es una base de datos no relacional, es decir, es una base de datos NOSQL, que se basa en documentos para guardar la información.

Es una base de datos gratuita y multiplataforma, ya que se puede instalar en los sistemas operativos Linux, Windows, Os X y Solaris. Las distintas versiones se lanzaban bajo la licencia AGPL pero, a partir de octubre de 2018, se publican bajo la licencia pública SSPL, aunque tiene una línea comercial que contiene características más avanzadas.

A diferencia de las bases de datos relacionales, MongoDB almacena sus datos en documentos y no en tablas. Estos documentos son de esquemas libres, lo que quiere decir que cada entrada puede tener una estructura de datos distinta, con campos que no se tienen porque repetir en otro registro. Por eso, MongoDB tiene mayor flexibilidad y escalabilidad que las bases de datos relacionales. Los documentos se guardan en formato BSON (Binary JSON), lo que permite guardar índices de array, longitudes de campos y, datos relevantes que hacen las búsquedas

más rápidas y eficientes. A pesar de que se almacenan en BSON, los desarrolladores siempre trabajarán con documentos JSON.

Los documentos se agrupan en colecciones y, estas colecciones son lo que serían las tablas en las bases de datos relacionales.

Del mismo modo que en las bases de datos relacionales se pueden crear índices, MongoDB permite indexar cualquier atributo. Por defecto, el índice tiene un formato similar a un valor UUID hexadecimal y, está formado por una semilla basada en la MAC de la interfaz de la red de la máquina y por una marca de tiempo, que ocupa las primeras posiciones del índice. Gracias a esta marca de tiempo, los datos se ordenan por orden de creación. Todos los documentos tienen un índice, pues es el único campo obligatorio dentro de un documento MongoDB.

MongoDB permite realizar:

- Consultas Ad Hoc, es decir, se puede realizar búsqueda de datos a través de campos, de rangos o a través de expresiones regulares. Estas consultas nos pueden devolver un dato concreto o pueden devolver el documento entero.
- Balanceo de carga, para ello realiza una partición horizontal de los datos. Es el desarrollador quien decide cómo van a ser distribuidos los diferentes datos. Para llevar a cabo este balanceo de carga, MongoDB puede ejecutarse en diferentes servidores.
- Almacenamiento de archivos.
- Operaciones similares al *GroupBy* de SQL, a través de agregaciones. Estas agregaciones se implementan como pipeline en el que se van transformando los datos a través de etapas hasta conseguir el dato deseado. Contiene una operación MapReduce que se suele utilizar en estas agregaciones.
- Consultas a través del lenguaje Javascript.

Como desventajas MongoDB únicamente puede realizar operaciones concurrentes de escritura entre documentos distintos, ya que cada vez que se realiza una operación de escritura se bloquea el documento. Y, además, puede tener problemas de rendimiento si los datos superan los 100GB.

3.12. Mongoose

Mongoose es un ODM (Object Document Mapping) de MongoDB, es decir, sirve para mapear objetos de javascript a documentos propios de MongoDB.

Es una librería de javascript que se instala a través de un único comando npm en los proyectos que utilizan Node y MongoDB.

Para mapear los objetos a documentos, lo que hace es crear esquemas con datos fuertemente tipados. Estos esquemas se traducen en un modelo Mongoose y, es este modelo Mongoose el que se traduce en el documento MongoDB.

Contiene una infinidad de funciones para realizar búsqueda de datos, validación de datos, guardado y eliminado de datos, etc. Todas estas funciones se basan en las funciones más comunes que Mongo tiene para realizar todas estas operaciones.

Permite crear esquemas muy flexibles, de tal forma que se puede organizar la información de diferente manera, según convenga al desarrollador. Tanto es así, que permite crear esquemas con referencias a otros esquemas, asemejándose de esta forma, a lo que sería una relación entre tablas de una base de datos relacional, como por ejemplo, MySQL.

3.13. Bcryptjs

Bcrypt es una librería que se usa para la encriptación de contraseñas y datos importantes. Fue creada por Niels Provos y David Maxieres y está desarrollada con Javascript.

Utiliza un valor aleatorio, denominado salt, para la generación del hash del dato que se desea encriptar. Este valor se guarda con el hash en la base de datos. Por eso, el mismo valor tiene diferente hash. Gracias a esto, se evitan los ataques de fuerza bruta o los ataques denominados Rainbow table (tablas de textos y sus hash asociados). Bcrypt permite elegir el valor del SaltRound, ya que a mayor valor numérico del salt mayor seguridad, pero a mayor seguridad mayor coste de tiempo a la hora de encriptar los datos. Por lo tanto, lo idóneo es elegir un salt lo suficientemente grande para que no se pueda obtener el dato cifrado por fuerza bruta pero no lo suficientemente alto como para que el procesamiento se demore mucho tiempo. Por defecto, Bcrypt pone un salt de 10, un valor intermedio para que no se produzcan los dos problemas principales.

Bcrypt permite realizar comparaciones entre diferentes valores, pero para realizar la comparación no lo hace como otros sistemas de cifrado donde se descifra el dato a comparar, sino que lo que hace es cifrar con el salt el valor que se quiere comparar.

3.14. Passport.js

Passport es un middleware que permite la autenticación en aplicaciones Node. Es de código abierto. Se puede incorporar en cualquier aplicación basada en Express, ya que trabaja en conjunto con Express y Connect. Permite gestionar y administrar las sesiones de los usuarios. Las características que definen Passport son:

- Tiene numerosas estrategias de autenticación. Por ejemplo, permite autenticarse utilizando bases de datos en las que se almacenan las sesiones o puede autenticarse con el inicio de sesión único de OpenID y OAuth, usados por ejemplo, en Facebook.
- Permite desarrollar nuevas estrategias de autenticación.
- Permite usar sesiones persistentes.
- Gestiona el proceso de autenticación indicando si la autenticación ha sido satisfactoria.

3.15. Git

Git es un software de control de versiones. Fue diseñado por Linus Torvalds. Es un software libre que se distribuye a través de la versión 2.0 de GNU.

Git permite el trabajo en equipo, ya que fomenta el desarrollo no lineal de los proyectos. Esto es debido al sistema de ramas que tiene. En cada rama se puede trabajar sobre una funcionalidad distinta, agilizando de esta forma el desarrollo del proyecto y, haciendo que el trabajo en equipo sea más sencillo y óptimo. Además, permite gestionar de manera eficiente aplicaciones y proyectos de grandes envergaduras.

Los cambios en los proyectos se realizan de manera inmediata, ya que cada desarrollador tiene una copia en local (en su equipo) del proyecto. Esto permite navegar por el historial de cambios sin necesidad de conectarse a un servidor. Es decir, se puede trabajar en local hasta

finalizar una tarea y, posteriormente subirlo a la nube. Así, todo el equipo obtiene el cambio en su proyecto local.

Permite tener una copia del proyecto en la nube, por lo que a la hora de desarrollar grandes proyectos te proporciona tranquilidad, ya que puedes obtener una copia o versión anterior aún habiéndose roto el equipo.

Cuando se usa Git en un equipo de trabajo se definen flujos que determinan como se va a realizar el desarrollo del proyecto. Lo normal, es que exista una rama master, la cual será la que siempre se despliegue en producción. De esta rama master se obtiene una nueva rama, denominada develop. Esta rama develop es la que va a tener todos los cambios y todas las funcionalidades del proyecto y, es la que se va a mezclar con la rama master. Para funcionalidades específicas se crean ramas que se obtienen de la develop y que se suelen llamar features. De esta forma, se permite el desarrollo en paralelo de los distintos integrantes del grupo. Una vez que la funcionalidad esté finalizada y probada se junta con la rama develop. Al actualizar, los demás miembros del equipo, su rama developse obtienen los cambios de las nuevas funcionalidades sin que se vea afectado el trabajo que cada uno está realizando. Cuando en producción hay un error y debe ser solucionado inmediatamente, se crea una rama a partir de la master y, es sobre esta rama donde se desarrollan las soluciones al error. Esta rama se mezcla con la rama master de nuevo y se denomina hotfix. Cuando los errores son menores y, no son urgentes no hace falta crear ramas hotfix, si no que se crean ramas, llamadas issues, en las que se solucionan todos los posibles errores de una versión. Una vez solucionados los errores, la rama se mezcla con la rama master y con la develop.

3.16. Visual Studio Code

Visual Studio Code es un editor de código fuente, lanzado en noviembre de 2015 por Microsoft. Desde entonces, ha sufrido numerosas actualizaciones hasta llegar a la última versión 1.47.

Puede ser instalado en los sistemas operativos más conocidos: Linux, Windows y MacOS.

Soporta una gran cantidad de lenguajes de programación. El resaltado de sintaxis, la capacidad de finalización del código que se escribe, la refactorización del código, el modo depuración así como la integración con Git facilita el desarrollo de aplicaciones.

Para hacer más atractiva su interfaz y para facilitar su uso, permite personalizar los temas del editor y los atajos del teclado.

Es un editor de código abierto, lo que quiere decir que se puede descargar de GitHub y realizar cualquier modificación en su código. Se basa en Electron, framework utilizado para el desarrollo de aplicaciones de escritorio usando tecnologías web, utiliza Chromium para el motor gráfico y NodeJs para ejecutar JavaScript.

3.17. Mongo Compass

Mongo Compass es una herramienta gráfica disponible para Linux, Mac y Windows que permite, a los desarrolladores que usan MongoDB como base de datos de sus aplicaciones, interactuar con los datos que hay en dicha base de datos. Las principales ventajas que tiene su uso son:

- Permite analizar los esquemas, visualizando la estructura de sus documentos, el tipo y los rangos de los campos de dichos documentos.
- Permite gestionar de manera sencilla los índices.
- Se pueden realizar todas las operaciones CRUD de manera visual. De la misma forma, se pueden realizar búsquedas o aplicar filtros para encontrar datos dentro de los documentos del esquema.
- Ayuda a resolver problemas de rendimientos, ya que se pueden obtener análisis y gráficos de lo que tarda una query en ejecutarse.
- Se pueden crear agregaciones de manera intuitiva y sencilla, gracias a los esqueletos de código y al autocompletado. Estas agregaciones se exportan a código fuente para que se incorporen dentro del código de la aplicación que usa MongoDB.

Capítulo 4

Diseño e implementación

4.1. Arquitectura general

La aplicación implementada en este trabajo tiene una arquitectura *Three – Tier*, lo que es lo mismo una arquitectura de tres niveles. El primer nivel de esta arquitectura es la capa de presentación o cliente. Este nivel está compuesto por las diferentes vistas de la aplicación que forman la interfaz de usuario. Es el encargado de recoger la información que produce el usuario al interactuar en la aplicación y, el que envía, a través de peticiones, la información al segundo nivel. Este segundo nivel es el nivel de la lógica de negocio o el servidor. Se encarga de recibir todas las peticiones de usuario enviadas por el cliente y, de su posterior respuesta. Es el único nivel que se comunica con el resto, puesto que, también puede comunicarse con el tercer nivel, capa de acceso a base de datos o servidor de base de datos. Este tercer nivel es el que maneja la información. En la figura 4.1 se representa un ejemplo de este tipo de arquitectura.

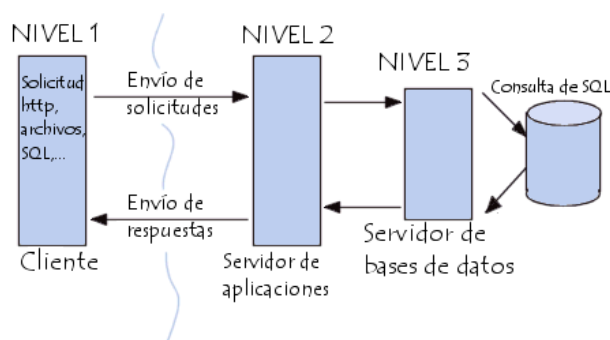


Figura 4.1: Ejemplo arquitectura Three-Tier.

Existen distintos tipos de arquitectura *Three – Tier*, pero la escogida para esta aplicación es la denominada *MEAN*. Este tipo de arquitectura se denomina así porque utiliza MongoDB, Express, Angular y NodeJS para el desarrollo de las aplicaciones. Para la implementación del cliente se ha usado Angular, ya que permitía crear una aplicación Single-Page, haciendo uso del modelo-vista-controlador(MVC). Este tipo de aplicaciones se caracterizan por la rapidez y la fluidez de navegación pues, no es necesario recargar la página cada vez que se cambia de vista. Angular utiliza TypeScript como lenguaje de programación, por lo que el cliente está programado con esta tecnología, además, de usar HTML5, CSS3 y Bootstrap. El cliente utiliza el servidor que proporciona Angular-Cli para servir los recursos.

El servidor se ha implementado usando NodeJS y Express, consiguiendo así, crear una aplicación rápida y escalable. Se ha programado utilizando Javascript. Por su parte, el servidor se encuentra alojado en el servidor proporcionado por NodeJS.

Para establecer la comunicación entre el cliente (servido por Angular-Cli, como se ha mencionado anteriormente) y el servidor (servido por NodeJs) se ha recurrido a la utilización de un proxy. En Javascript, cuando el cliente y el servidor tienen orígenes distintos, como es el caso, surge el problema de Cross Domain, el cual impide que se establezca la conexión entre ambos. En el caso de la aplicación, el proxy actúa de intermediario reenviando todo el tráfico que va desde */nevado* al servidor e intercepta las respuestas que el servidor envía al cliente. Con Angular-Cli se configura de manera sencilla, ya que para configurarlo solo se necesita un fichero de configuración y ejecutar su servidor a través del comando: `shell:ng-serve -proxy-config proxy.conf.json`.

La aplicación necesita una base de datos para almacenar tanto los datos de los clientes, como los datos de los productos, facturas y pedidos. Se ha utilizado una base de datos no relacional, concretamente MongoDB. Se optó por este tipo de base de datos por la flexibilidad que proporcionaba a la hora de trabajar con documentos. Como se ha comentado en el capítulo 3 de esta memoria, estos documentos no tienen que tener las mismas propiedades, por ejemplo, los productos son muy dispares y, cada uno de ellos puede tener una propiedad distinta. Además, están indicadas cuando el volumen de datos crece constantemente, en una tienda online los usuarios, los productos y los pedidos crecen a buen ritmo.

En la figura 4.1 se puede observar como es la comunicación entre el cliente y el servidor en una arquitectura de tipo MEAN.

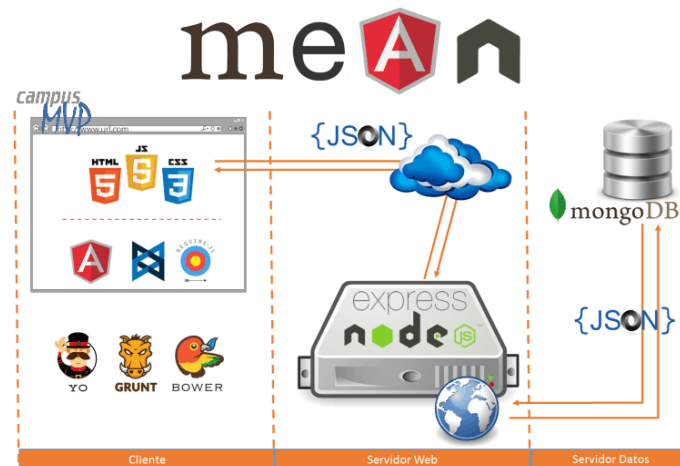


Figura 4.2: Ejemplo arquitectura de tipo MEAN.

4.2. Diseño e implementación del servidor

El servidor es el encargado de recibir las peticiones del cliente y, de su posterior respuesta. Para ello, se ha implementado un API REST. Esta API REST es la encargada de devolver los datos requeridos en cada petición del cliente. El API REST se explica en la sección ???. Por otro lado, el servidor es el que realiza las peticiones a base de datos para la obtención, el guardado, borrado y actualización de los datos almacenados en ella.

La implementación del servidor se ha realizado usando NodeJS y Express, usado este último, para la estructuración de los archivos del servidor y, para el enrutamiento de las llamadas a la API REST. NodeJS está orientado a eventos asíncronos que se ejecutan en un único hilo, como se explicó en la sección 3.7. Para el manejo de los eventos asíncronos es necesario recurrir a la programación asíncrona y, en este tipo de programación, es común recurrir al uso de los denominados *callbacks*, funciones que ejecutan otra función una vez terminada la operación. Para evitar estos *callbacks* y hacer el código más legible, se ha recurrido al uso de los operadores *async* y *await*. Estos operadores tienen como finalidad simplificar la manera de programación cuando se programa de manera asíncrona, ya que permiten ejecutar promesas y esperar el resultado sin utilizar *then* y *catch*, muy usados en Javascript para este tipo de programación y, que lo único que les diferencia de los *callbacks* es la simplicidad en el código.

4.2.1. Estructura del servidor

En la figura ?? se puede observar como está organizado el servidor.

- **Server.js**, archivo donde se establece el puerto de la conexión de la aplicación y, desde el cual se inicia el servidor. Además, carga el archivo **App.js**, archivo principal del servidor.
- **App.js**, archivo principal del servidor. Es donde se establece la conexión con la base de datos y, donde se configura el middleware para servir el API REST y los datos estáticos.
- **Package.json**, archivo donde se especifican las dependencias de las librerías utilizadas en el servidor y la versión de cada una de ellas. Además, se define el nombre y la descripción de la aplicación.
- **/.node_modules**, directorio donde están instaladas las librerías usadas en el servidor. A recurrir a Express para la organización del servidor, muchas de las librerías ya vienen definidas. Pero, muchas otras se han instalado por necesidades de la aplicación. Para su instalación se ha usado el comando *npm install*.
- **/config**, directorio que contiene la configuración del servidor. El archivo **nevadoServer.properties** contiene los contextos de los distintos endpoints usados en el API REST. De este modo, en el caso de cambiar de contexto, únicamente se modificaría en este archivo y no en cada uno de los endpoints afectados por la modificación. El archivo **passport.js**, permite la autenticación de los usuarios. Además, permite que únicamente el usuario con rol de administrador pueda acceder a la parte administración de la tienda online.
- **/modelos**, directorio que contiene la estructura de los documentos de las colecciones usadas en la base de datos de la aplicación.
- **/routes**, directorio en el que se encuentran todos los endpoints de la API. Consta de dos subdirectorios, uno para la parte que solo puede ver el administrador de la tienda online (**/admin**) y, otro para la parte de la tienda online que ven los usuarios **/front**. Además, contiene los archivos **APIREST.JS**, **APIRESTADMIN.JS**, **APIRESTORDERS.JS** y **APIRESTUSER.JS**. Estos archivos son los que determinan a que archivo se ha de dirigir cada contexto del API.

- **/services**, contiene la lógica del negocio de la aplicación, es decir, se especifica que se debe hacer en cada llamada a la API. En este archivo se produce el acceso a la base de datos para el guardado, borrado, búsqueda y actualización de los datos almacenados. Está organizado de la misma forma que el directorio **/routes**, un subdirectorio para la administración y otro, para la tienda online que ven los usuarios.
- **/utils**, directorio que contiene las funciones genéricas usadas en los diferentes servicios del servidor. Entre algunas funcionalidades, destacan el formateo de fechas, la creación de PDFs y la configuración del correo para poder enviar emails a los usuarios de la tienda online.

Capítulo 5

Resultados

En este capítulo se incluyen los resultados de tu trabajo fin de grado.

Si es una herramienta de análisis lo que has realizado, aquí puedes poner ejemplos de haberla utilizado para que se vea su utilidad.

Capítulo 6

Conclusiones

6.1. Consecución de objetivos

El principal objetivo de este trabajo era desarrollar una aplicación de comercio electrónico, a través de la cual los usuarios pudiesen mirar las características, los precios de los productos, el stock, etc., así como realizar sus compras sin tener que ir a la tienda física. Objetivo que se ha logrado cumplir, como se ha podido ver en capítulos anteriores.

Con la implementación de la aplicación, también se ha logrado cumplir con los objetivos específicos que se marcaban en el capítulo 2, pues:

- La aplicación es responsive. Si se observan las imágenes X, se ve como la aplicación se adapta a diferentes tamaños de pantalla. Para cumplir con este objetivo se ha recurrido al uso de Bootstrap, CSS3 y Angular Material como se ha explicado en el capítulo 4.
- La interfaz de usuario, es una interfaz sencilla, en la que los componentes que se utilizan son muy intuitivos. La mayoría de estos componentes, se encuentran en casi todas las web de comercio electrónico, como por ejemplo, los botones denominados dropdown. Además, se ha usado gran número de iconos, que identifican las funcionalidades que realiza cada botón.
- La aplicación cumple con la normativa de protección de datos, para llevar a cabo este objetivo, se ha creado una política de privacidad, donde se informa al usuario como van a ser sus tratados sus datos. Para ser usuario de la aplicación, debe aceptar la política. Si

no la acepta no podrá realizar compras. En cuanto a la seguridad de los datos susceptibles como son las contraseñas, se ha usado una librería robusta para su encriptación. En la base de datos, se guarda esta información encriptada mediante un hash. El hash esta formado por un salt que dificulta conseguir la información mediante ataques de fuerza bruta. En cuanto a los pagos, se realizan a través de Apis externas a la aplicación, para no tener que almacenar los datos bancarios.

- La aplicación es atractiva y competitiva. Se ha implementado las funcionalidades básicas que deben tener las tiendas online y, además, se ha implementado un sistema de valoración y votación de productos, que no todas las aplicaciones de comercio electrónico lo tienen. Esto permite a los usuarios conocer las valoraciones de anteriores compradores. Se ha recurrido al uso de colores, iconos, letras y componentes llamativos para captar la atención de los clientes. De esta manera, se amplía el mercado y, la aplicación puede situarse entre las más visitadas del mercado de los electrodomésticos.
- Se ha logrado crear una parte de administración sencilla. Permite al administrador de la tienda a gestionar pedidos, crear productos y visualizar clientes de manera rápida, evitando que los pedidos se demoren y, los productos estén en casa en un período de tiempo mayor. Para agilizar la carga masiva de los productos, las marcas y las categorías, se ha implementado un servicio de importación y exportación de ficheros excel.
- Con el uso de Angular, Express y Node se ha conseguido crear una aplicación web modular y escalable, en la que el mantenimiento y la actualización de componentes sea sencilla. Cada vista de la aplicación tiene su propio componente, por lo que modificar una vista significaría simplemente modificar el componente asociado a ella.
- Es lo más accesible posible, para ello se ha usado colores en el que el contraste sea bueno, así como etiquetas en los HTMLs para que personas con dificultad visual puedan comprar.

6.2. Aplicación de lo aprendido

Al realizar este trabajo he puesto en práctica muchos de los conocimientos adquiridos en el grado que estoy cursando, Grado en Tecnologías de la Telecomunicación, sobre todo, aquellos que están relacionados con el desarrollo de aplicaciones web y con la programación.

La asignatura que más me ha aportado y ayudado para hacer este trabajo, es la cursada en el tercer curso del grado, Desarrollo de aplicaciones telemáticas, ya que fue aquí donde aprendí todo lo relacionado con la implementación de aplicaciones web, por ejemplo, fue aquí donde perfeccioné Javascript y aprendí nuevos lenguajes de programación como CSS3, HTML5 y Bootstrap.

Durante el mismo año, cursé la asignatura Ingeniería de sistemas de la información. Fue aquí donde tuve el primer contacto con Javascript, lenguaje de programación utilizado para desarrollar el servidor de la aplicación web de comercio electrónico Nevado. Además, aprendí a manejar Git. El saber usarlo me ha permitido llevar un control de las versiones que iba teniendo del proyecto, de tal forma que si me atascaba en alguna funcionalidad podía seguir con otra sin tener problemas. Por último, en esta asignatura supe lo que era realizar un proyecto de grandes envergaduras y, lo que era el trabajo en equipo, que tanto he echado de menos en el transcurso de este proyecto.

Asignaturas como Fundamentos de la programación o programación de Sistemas telemáticos han significado mucho, ya que aquí aprendí los conocimientos más básicos de la programación.

Para implementar una aplicación como la que se ha desarrollado en este trabajo, hay que tener conocimiento sobre las peticiones HTTP y saber lo que es un API Rest. Estos conocimientos los adquirí en las asignaturas Redes de ordenadores, Sistemas telemáticos y Servicios y aplicaciones telemáticas.

Por último, indicar que aunque muchas de las asignaturas que he cursado en esta etapa universitaria no han tenido mucho que ver con este trabajo, sí que me han servido para aprender que todo requiere un esfuerzo y un aprendizaje y, que, sin este esfuerzo y aprendizaje no se consiguen las metas que te propones.

6.3. Lecciones aprendidas

El desarrollo de este trabajo ha supuesto un gran reto, ya que ha sido el primer proyecto que realizaba de esta envergadura. Durante el transcurso del grado han sido muchas las prácticas que he realizado, pero en todas ellas tenía las directrices a seguir. En este trabajo, a lo primero que me he tenido que enfrentar ha sido a la recapitulación de los requisitos que se necesitaban para

implementar la aplicación. Este análisis me ha servido para conocer los puntos más importantes del comercio electrónico. Muchas han sido las veces que he realizado compras por internet, pero nunca me he parado a pensar en todo lo que había por detrás y, lo que suponía poner en marcha una tienda online.

Al realizar el análisis de los requerimientos, tuve que realizar un análisis de las distintas arquitecturas que podría tener mi aplicación. Lo que me ha servido para tener más conocimiento de los distintos tipos de arquitecturas que tienen las aplicaciones de este negocio. Como he mencionado en el Capítulo 4, me decanté por la arquitectura MEAN porque es la que más se ajustaba a mis necesidades. El haber implementado esta arquitectura me ha permitido conocer nuevas tecnologías Mongo, Express, Angular y NodeJs. La mayoría de estas tecnologías se basan en Javascript, pero tienen un concepto diferente a la hora de programar, sobre todo con NodeJS, puesto que se programa de manera asíncrona. Con Angular, me he tenido que adentrar en el mundo de Typescript y, en el mundo de las aplicaciones modulares y escalables. Me ha parecido interesante aprenderlo, ya que considero que es una opción muy buena a la hora de realizar aplicaciones web, que necesitan modificarse y actualizarse de manera constante.

Durante el grado, pocas han sido las veces que he usado base de datos y, cuando las he usado siempre ha sido de manera muy básica, con operaciones sencillas y usando siempre SQL. El utilizar MongoDB, me ha permitido aprender otra manera de guardar los datos a través de documentos, en vez de en tablas como hasta ahora. Además, esta aplicación me ha permitido realizar operaciones mucho más complejas, en las que en una misma operación tenía que tocar varias colecciones (tablas en base de datos relacionales). Para ello, he tenido que aprender a hacer agregaciones, que son como funciones en las que se van transformando los datos a través de etapas hasta que se obtiene el resultado esperado.

Para realizar un diseño atractivo y, que se adapte a los tamaños de pantalla más estándares, he aprendido a usar media queries de CSS3 y he profundizado en Bootstrap. Además, he conocido la librería Angular Material de Angular, de la que no había escuchado hablar.

La importación y exportación de ficheros, así como, la subida de archivos al servidor de node me ha proporcionado conocimientos en las librerías adm-zip, para la decompresión de zip, excel4node para el manipulado de excels y, multer, para la subida de imágenes al servidor.

Por último, este trabajo me ha servido para aprender que los grandes logros se consiguen con constancia, dedicación y sacrificio y, que a pesar de todos los problemas que pueden surgir

en el camino, hay que levantarse y luchar por conseguirlos. Que la desesperación y los nervios nos buenos aliados para lograrlo. Que hay que confiar en uno mismo y no ponerse límites.

6.4. Trabajos futuros

Todas las aplicaciones web necesitan mantenimiento y, la implementada en este trabajo no iba a ser menos. Algunas de las líneas a seguir para mejorar la aplicación son:

- Adaptar la aplicación para que soporte como segundo lenguaje, el inglés. De esta forma, se abriría el mercado al mundo internacional. Para realizar esta mejora, se debería utilizar la librería de angular Ngx-translate. Ngx-translate utiliza ficheros JSON donde se encuentran todos los textos fijos de la aplicación traducidos a los idiomas que se desee utilizar. Tiene que existir un fichero por cada idioma y, el formato de los ficheros debe ser igual, para que a la hora de usar el servicio TransalteService de Ngx-translate sepa el archivo y texto que se debe usar. Para los textos que varían en la aplicación, como por ejemplo, la descripción de los productos, se debería crear un campo nuevo dentro de la base de datos en el que se encuentre la traducción y, a la hora de hacer la petición, mandar el idioma para saber que descripción obtener.
- Ampliar el filtrado de productos. A pesar del número de filtros que tiene la aplicación para la búsqueda de productos, se pueden añadir filtros que se adapten a las distintas categorías. Por ejemplo, si se accede a la categoría de televisores, que aparezca un filtro más, para buscar por pulgadas.
- Añadir una lista de favoritos, donde el cliente pueda guardar los productos que le gustan. Así, si vuelve a entrar en la aplicación no tiene que volver a buscar los productos que desea.
- Inicio de sesión a través de Facebook y Google. De este modo, los clientes no tendrían que darse de alta en la aplicación bastaría que iniciasen sesión con sus credenciales de Facebook y Google.

En cuanto a la parte de administración se podrían introducir las siguientes mejoras:

- Añadir estadísticas y gráficos que ofrezcan información sobre los productos más vendidos, los menos demandados, así como la zona donde más pedidos se realizan. Tener esta información de manera resumida en forma de gráficas sería muy útil para el administrador y dueño, ya que sabría lo que debe reforzar para mejorar el servicio.
- Añadir una opción de impresión de cartelería. En la tienda física, se necesitan carteles que promocionen los productos, que contengan la información y precio de los mismos. Toda esta información está almacenada en la base de datos por lo que con la impresión de estos carteles, a través de la aplicación, se agilizaría el trabajo en tienda física.
- Mejorar el diseño responsive de la parte de administración. La aplicación en la parte de administración es responsive, pero en ciertas pantallas, los campos de las tablas salen más amontonados, por lo que se podría reducir el número de campos a mostrar en la tabla para que dicha información se vea mejor.

Apéndice A

Manual de usuario

Esto es un apéndice. Si has creado una aplicación, siempre viene bien tener un manual de usuario. Pues ponlo aquí.

Bibliografía