



**UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA
ESCUELA SUPERIOR DE INFORMÁTICA**

GRADO EN INGENIERÍA EN INFORMÁTICA

**Módulo de recomendaciones automáticas para un
sistema de VR-Shopping**

María Garrido Arcos

Julio, 2023

MÓDULO DE RECOMENDACIONES AUTOMÁTICAS PARA UN SISTEMA DE VR-SHOPPING



**UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA
ESCUELA SUPERIOR DE INFORMÁTICA**

Departamento de Tecnologías y Sistemas de Información

**GRADO EN INGENIERÍA EN INFORMÁTICA
COMPUTACIÓN**

**Módulo de recomendaciones automáticas para un
sistema de VR-Shopping**

Autor: María Garrido Arcos

Tutor académico: David Vallejo Fernández

Cotutor académico: José Jesús Castro Sánchez

Julio, 2023

María Garrido Arcos

Ciudad Real – España

E-mail: mariagarridoo01@gmail.com

Telephone: 649 21 80 93

© 2023 María Garrido Arcos

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.3 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts. A copy of the license is included in the section entitled "GNU Free Documentation License".

Some of the names used by companies to differentiate their products and services are registered brands. The names that appear in this documents and when the author was informed about the registered brands, will be in caps or with a proper name.

TRIBUNAL:

Presidente:

Vocal:

Secretario:

FECHA DE DEFENSA:

CALIFICACIÓN:

PRESIDENTE

VOCAL

SECRETARIO

Fdo.:

Fdo.:

Fdo.:

Resumen

En la actualidad, las pequeñas empresas necesitan soluciones tecnológicas e innovadoras que les permitan competir en un entorno cada vez más competitivo. El creciente auge de las compras en línea ha dificultado que estas empresas puedan hacer frente a las populares plataformas de comercio electrónico, como Amazon, que atraen y fidelizan a una gran cantidad de clientes. Este fenómeno ha generado un impacto negativo, especialmente en las pequeñas empresas dedicadas a la venta de productos físicos, que no han tenido la capacidad o el tiempo para adaptarse a los cambios en los hábitos de compra. Además, la adopción masiva de las ventas en línea ha llevado a la desaparición de muchos negocios físicos, afectando así negativamente a las economías locales.

Conscientes de los desafíos que enfrenta el pequeño comercio debido a la competencia en línea, el Grupo AIR se encuentra actualmente investigando y desarrollando un portal de comercio electrónico. Este portal de comercio electrónico permite a los pequeños comercios: (1) tener presencia en la web, aportando experiencias diferentes a lo usual, y sin olvidar sus negocios físicos; y (2) potenciar las economías locales. Concretamente, en el portal se integran la Realidad Virtual para la visualización y navegación por las distintas categorías, y la Inteligencia Artificial para generar recomendaciones de productos relevantes. Además, se brindan recomendaciones de planes relacionados con el pequeño comercio para aquellos clientes que realicen compras locales con recogida en tienda, garantizando la viabilidad del comercio físico. Asimismo, se fomenta la participación en actividades de ocio en el entorno físico donde se encuentran los establecimientos comerciales.

Este Trabajo Fin de Grado ofrece una solución tecnológica basada en Inteligencia Artificial para generar recomendaciones automáticas en el contexto de una plataforma de VR-Shopping diseñado para fortalecer economías locales. Estos módulos de recomendaciones automáticas determinan los productos o categorías de productos que pueden resultar de interés para los visitantes y generan recomendaciones de planes de ocio cercanos al negocio donde se recogen las compras realizadas en línea. Estas recomendaciones se basan en el perfil del usuario, proporcionando así una experiencia personalizada y relevante para cada cliente. Para obtener las recomendaciones para cada usuario, se utiliza la información relevante de este, su comportamiento en el portal y la interacción con la tienda digital, agrupándolo así en distintos perfiles.

Abstract

Currently, small businesses require technological and innovative solutions to compete in an increasingly competitive environment. The growing popularity of online shopping has made it difficult for these businesses to compete with popular e-commerce platforms like Amazon, which attract and retain a large number of customers. This phenomenon has had a negative impact, especially on small businesses that sell physical products and have not had the capability or time to adapt to changes in consumer purchasing habits. Furthermore, the widespread adoption of online sales has led to the disappearance of many brick-and-mortar businesses, negatively affecting local economies.

Recognizing the challenges faced by small businesses due to online competition, the AIR Group is currently researching and developing an e-commerce portal. This e-commerce portal enables small businesses to: (1) establish a web presence, providing unique experiences while not neglecting their physical stores, and (2) promote local economies. Specifically, the portal integrates Virtual Reality for visualization and navigation of different categories and Artificial Intelligence to generate relevant product recommendations. Additionally, recommendations for plans related to small businesses are provided to customers who make local purchases with in-store pickup, ensuring the viability of physical commerce. Furthermore, participation in leisure activities in the physical environment where the commercial establishments are located is encouraged.

This Bachelor's Thesis offers a technological solution based on Artificial Intelligence to generate automatic recommendations within the context of a VR-Shopping platform designed to strengthen local economies. These automatic recommendation modules determine products or product categories that may be of interest to visitors and generate recommendations for leisure plans near the business where online purchases are collected. These recommendations are based on the user's profile, providing a personalized and relevant experience for each customer. To obtain recommendations for each user, relevant user information, their behaviour on the portal, and interaction with the digital store, thus grouping them into different profiles.

Agradecimientos

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a las personas que han sido fundamentales tanto en mi vida como durante estos 4 años.

Primero, a mis padres, por su inquebrantable apoyo y ayuda constante. A mi hermano, por ser un ejemplo a seguir para mí, aunque no se lo haya dicho nunca. A Yaki, mi fiel compañero, por su amor incondicional y constante alegría.

A mi familia, en particular a mis abuelos, cuyo amor y apoyo perdura en mi corazón.

A mis amigas de siempre por aguantarme tantos años y ser una fuente de alegría constante. También a mis amigos de la carrera, destacando a Sergio por su incondicional compañía, ayuda y amistad durante todos estos años. También a Daniel Muñoz por ser un pilar fundamental tanto en lo bueno como en lo malo.

Por último, agradecer tanto a mi tutor, David, como a mi co-tutor, Pepe, por su gran labor como docentes y en especial, por su apoyo en la elaboración de este documento. También quiero agradecer al grupo AIR por brindarme la oportunidad de formar parte de ellos.

María

A mis padres y a mi hermano.

Índice general

Resumen	V
Abstract	VII
Agradecimientos	IX
Índice general	XIII
Índice de cuadros	XVII
Índice de figuras	XIX
Lista de códigos fuente	XXI
Lista de acrónimos	XXIII
1. Introducción	1
1.1. Comercio electrónico	1
1.1.1. Implantación de soluciones de comercio electrónico	3
1.2. Entorno en el que se realiza el TFG	4
1.3. Plataforma de e-commerce basada en VR-Shopping e IA	5
1.3.1. Contexto	6
1.3.2. Problema	6
1.3.3. Hipótesis	7
1.3.4. Propuesta	8
1.3.5. Arquitectura del sistema	11
1.4. Mi trabajo dentro del proyecto	15
1.5. Estructura del documento	16
2. Objetivos	17
2.1. Objetivo general	17

0. ÍNDICE GENERAL

2.2. Objetivos específicos	17
2.3. Objetivos personales	19
2.4. Objetivos formativos	20
3. Estado del arte	23
3.1. Inteligencia Artificial y Comercio Electrónico	23
3.1.1. Visión general	23
3.1.2. Aplicación de técnicas de IA	25
3.1.3. Ejemplos comerciales	28
3.2. Sistemas de recomendación	29
3.2.1. Filtrado basado en contenido	32
3.2.2. Filtrado colaborativo	32
3.2.3. Filtrado híbrido	34
3.3. VR-Shopping	35
3.3.1. Introducción general	35
3.3.2. Tecnologías e impacto	35
4. Metodología	37
4.1. Metodología de trabajo	37
4.2. Distribución de trabajo	38
4.3. Recursos	40
4.3.1. Recursos hardware	40
4.3.2. Recursos software	40
5. Resultados	43
5.1. Iteración 0. Fase de puesta en común y estudio	43
5.2. Iteración 1. Módulo de gestión de usuarios	43
5.2.1. Planificación	43
5.2.2. Requisitos	44
5.2.3. Análisis y diseño	44
5.2.4. Implementación	45
5.2.5. Pruebas	46
5.2.6. Evaluación	46
5.3. Iteración 2. Módulo de gestión de locales	47
5.3.1. Planificación	47
5.3.2. Requisitos	47

5.3.3.	Análisis y diseño	47
5.3.4.	Implementación	48
5.3.5.	Pruebas	49
5.3.6.	Evaluación	49
5.4.	Iteración 3. Módulo de gestión de catálogo de productos	50
5.4.1.	Planificación	50
5.4.2.	Requisitos	50
5.4.3.	Análisis y diseño	50
5.4.4.	Implementación	51
5.4.5.	Pruebas	52
5.4.6.	Evaluación	53
5.5.	Iteración 4. Módulo de gestión de eventos	53
5.5.1.	Planificación	53
5.5.2.	Requisitos	53
5.5.3.	Análisis y diseño	53
5.5.4.	Implementación	54
5.5.5.	Pruebas	55
5.5.6.	Evaluación	55
5.6.	Iteración 5. Módulo de registro de datos para recomendaciones	55
5.6.1.	Planificación	55
5.6.2.	Requisitos	56
5.6.3.	Análisis y diseño	56
5.6.4.	Implementación	56
5.6.5.	Pruebas	59
5.6.6.	Evaluación	59
5.7.	Iteración 6. Módulo de categorización de usuarios	59
5.7.1.	Planificación	59
5.7.2.	Requisitos	60
5.7.3.	Análisis y diseño	60
5.7.4.	Implementación	61
5.7.5.	Pruebas	65
5.7.6.	Evaluación	65
5.8.	Iteración 7. Motor de recomendaciones de productos	65
5.8.1.	Planificación	65
5.8.2.	Requisitos	65

0. ÍNDICE GENERAL

5.8.3. Análisis y diseño	66
5.8.4. Implementación	66
5.8.5. Pruebas	68
5.8.6. Evaluación	68
5.9. Iteración 8. Motor de recomendaciones de planes de ocio	68
5.9.1. Planificación	68
5.9.2. Requisitos	68
5.9.3. Análisis y diseño	69
5.9.4. Implementación	70
5.9.5. Pruebas	72
5.9.6. Evaluación	73
5.10. Iteración 9. Integración con el módulo de Realidad Virtual	73
5.10.1. Planificación	73
5.10.2. Requisitos	73
5.10.3. Análisis y diseño	74
5.10.4. Implementación	74
5.10.5. Pruebas	75
5.10.6. Evaluación	76
6. Conclusiones	77
6.1. Contexto	77
6.2. Objetivos alcanzados	77
6.3. Justificación de competencias adquiridas	79
6.4. Trabajo futuro	80
A. Mockups para el diseño del prototipo web	83
B. Resultados finales del prototipo web	91
C. Diagrama entidad-relación final de la Base de Datos	105
D. Estructura del repositorio	107
E. Algoritmos del proyecto	109
Referencias	111

Índice de cuadros

4.1. Relaciones entre iteraciones y objetivos específicos.	39
4.2. Especificaciones del ordenador portátil utilizado en el proyecto.	40
6.1. Análisis del Cumplimiento de Objetivos	79

Índice de figuras

1.1. Compras por Internet de particulares	2
1.2. Logo del Portal VR-ZOCO	8
1.3. Funcionalidades solución de comercio electrónico (de J.J. Castro-Schez tomada de materiales de la asignatura de Comercio Electrónico).	12
1.4. Esquema de la arquitectura de la plataforma, identificando las capas y los actores (de AIR tomada de materiales del grupo).	13
3.1. Diferencias entre <i>clustering</i> tradicional (a) y difuso (b).	27
3.2. Fases del proceso de recomendación	31
3.3. Enfoques de recomendación	31
3.4. Proceso de toma de decisiones de compra	36
4.1. Fases del desarrollo iterativo e incremental [Fre].	38
4.2. Diagrama Gantt del proyecto.	39
5.1. Tabla <i>Usuarios</i>	44
5.2. Tablas Locales comerciales y Locales de ocio.	48
5.3. Diagrama de relación-entidad asociando productos y locales comerciales.	51
5.4. Diagrama de relación-entidad asociando eventos y locales de ocio.	54
5.5. Diagrama de relación-entidad asociando las nuevas tablas de preferencias e interacciones.	57
5.6. Diagrama de relación-entidad referente a la tabla <i>Usuarios</i>	60
5.8. Método del codo para obtener el número de <i>clusters</i> óptimo.	64
5.9. Diagrama relación-entidad asociando locales comerciales, locales de ocio y distancias.	69
5.10. Ejemplo de representación de planes de ocio en mapa.	72
A.1. <i>Mockups</i> correspondientes a la Iteración 1.	84
A.2. <i>Mockups</i> correspondientes a la Iteración 2.	85
A.3. <i>Mockups</i> correspondientes a la Iteración 3.	86
A.4. <i>Mockups</i> correspondientes a la Iteración 5.	87

0. ÍNDICE DE FIGURAS

A.5. <i>Mockup</i> correspondiente a la Iteración 6.	88
A.6. <i>Mockups</i> correspondientes a la Iteración 7.	89
A.7. <i>Mockup</i> correspondiente a la Iteración 8.	90
B.1. Pantalla con el formulario para agregar eventos a VR-ZOCO.	92
B.2. Pantalla con el formulario para agregar productos a VR-ZOCO.	92
B.3. Pantalla la representación del carrito de VR-ZOCO.	93
B.4. Pantalla con el formulario para iniciar sesión como usuario.	93
B.5. Pantalla para seleccionar el tipo de cliente en el portal VR-ZOCO.	94
B.6. Pantalla para representar la información sobre los locales de ocio.	94
B.7. Pantalla para representar la información sobre los locales comerciales.	95
B.8. Pantalla para representar la información sobre los usuarios	96
B.9. Pantalla para representar la secuencia de planes y la ruta a seguir	96
B.10. Pantalla para representar los distintos productos asociados al portal VR-ZOCO.	97
B.11. Pantalla para representar la recomendación de productos para un usuario.	98
B.12. Pantalla con el formulario para registrar locales de ocio en VR-ZOCO.	98
B.13. Pantalla con el formulario para registrar locales comerciales en VR-ZOCO.	99
B.14. Pantalla con el formulario para registrar usuarios en VR-ZOCO.	99
B.15. Pantalla con el formulario para registrar preferencias de los usuarios en VR-ZOCO.	100
B.16. Pantalla representando la selección de tipo de cliente para su registro.	100
B.17. Pantalla para representar el inicio de sesión de locales comerciales.	101
B.18. Pantalla para representar el inicio de sesión de locales de ocio.	101
B.19. Pantalla para representar la información detallada sobre el producto.	102
B.20. Pantalla para representar los productos asociados a un local comercial.	102
B.21. Pantalla para representar los eventos asociados a un local de ocio.	103
C.1. Esquema entidad-relación correspondiente a la estructura de la base de datos del proyecto.	105
D.1. Estructura del repositorio del proyecto.	108

Lista de códigos fuente

5.1. Ejemplo de estructura de la petición de interacciones	75
5.2. Ejemplo de estructura de la petición de interacciones	75

Lista de acrónimos

ESI	Escuela Superior de Informática
UCLM	Universidad de Castilla-La Mancha
AIR	Artificial Intelligence and Representation
IA	Inteligencia Artificial
TFG	Trabajo Fin de Grado
RV	Realidad Virtual
NLP	Procesamiento de Lenguaje Natural
SO	Sistema Operativo
IDE	Entorno de Desarrollo Integrado
SGDB	Sistema Gestor de Base de Datos
LiDAR	Laser Imaging Detection and Ranging
ML	Machine Learning
NLU	Natural Language Understanding
DM	Dialog Management
NLG	Natural Language Generation
kNN	k-Nearest Neighbours
SVM	Support Vector Machine
HTML	HyperText Markup Language
CSS	Cascading Style Sheets
ORM	Object Relational Mapping
API	Interfaz de Programación de Aplicaciones
EDI	Intercambio electrónico de datos
JSON	JavaScript Object Notation

Capítulo 1

Introducción

EN este primer capítulo se va a introducir el proyecto en el que se va a trabajar en este Trabajo Fin de Grado (TFG). En concreto se presentará el contexto en el que se va a trabajar y la problemática a la que nos enfrentamos. También se detallará la estructura del resto del documento, presentando los temas que se tratarán en cada uno de los restantes capítulos.

1.1 Comercio electrónico

La tasa de penetración y uso de Internet ha experimentado un crecimiento exponencial en los últimos años, debido a la evolución de la tecnología y el abaratamiento de la misma. Actualmente, el uso de Internet se ha convertido en una necesidad básica para la mayoría de usuarios. A principios de 2023, y según el informe realizado por *We Are Social* [We 23], alrededor de 5.16 billones de personas en todo el mundo, aproximadamente un 64.4 % de la población, están conectadas a Internet. Si nos centramos específicamente en España, alrededor de 45.12 millones de personas están conectadas a Internet, suponiendo un porcentaje a un 94.9 % de la población, superior al mundial (+30,5 %). Este crecimiento ha hecho que el uso de Internet se convierta en una rutina indispensable en la vida de las personas, que lo usan para casi todo a lo largo del día: obtener información, consultando las webs de los medios de comunicación o los perfiles de los influencers en redes sociales (RRSS); relacionarse, gracias al uso de RRSS; entretenerse, gracias a las plataformas de entretenimiento en *streaming*; formarse, a través de las plataformas de *eLearning*; comunicarse, empleando las plataformas de mensajería; trabajar. . . pero también la forma de buscar productos/servicios y hacer la compra/contrato de los mismos.

Este crecimiento significativo de penetración y uso de Internet, y asimilación del nuevo medio por parte de la sociedad en sus quehaceres del día a día, ha traído consigo que muchas empresas quieran estar en Internet desplegando modelos de negocio a través de webs. Esto ha dado lugar a lo que se ha dado en llamar “comercio electrónico” o *e-commerce*. Aunque no hay una definición ampliamente aceptada por la comunidad, el comercio electrónico se puede definir como la compra y venta de productos o servicios a través de sistemas electrónicos como Internet y otras redes informáticas [Zwa96]. Esta nueva forma de comercio ha

1. INTRODUCCIÓN

cambiado la forma de interactuar entre clientes y empresas, brindando grandes beneficios para ambos [AAS12].

Las ventajas que aporta el comercio electrónico, y el tener una web que permita la venta de productos o contratación de servicios online, para la empresa son múltiples [Cas23]:

1. Acceso a un mercado más amplio y especializado, posiblemente más interesado en los productos/servicios ofertados por la empresa, y por tanto con mayor probabilidad de materializarse en un aumento del número de ventas.
2. Mayor visibilidad del negocio y de los productos/servicios ofertados por la empresa, al alcanzar a un mayor número de posibles clientes. Es indiferente la ubicación física del cliente, ya que internet los acerca al negocio.
3. Posibilidad de proporcionar una información más fiable sobre los productos/servicios ofertados por la empresa.
4. Mayor disponibilidad del negocio para el cliente: $24 \text{ horas/día} \times 7 \text{ días/semana} \times 365 \text{ días/año}$.
5. Reducción de costes con posibilidad de tener un inventario mínimo o ni tenerlo, puede que no sea necesario ni tener una sede física ni un almacén de productos.
6. Facilita el marketing y el soporte directo al cliente.
7. Mayor eficiencia en las transacciones.
8. Facilita la tarea de fidelización de los clientes de la empresa.

La evolución y repercusión del comercio electrónico es innegable e incuestionable en vista de las cifras que muestran su evolución y estado. Desde el 2011 la evolución de las ventas por Internet ha crecido de manera significativa, más de un 50 % (ver Fig. 1.1).

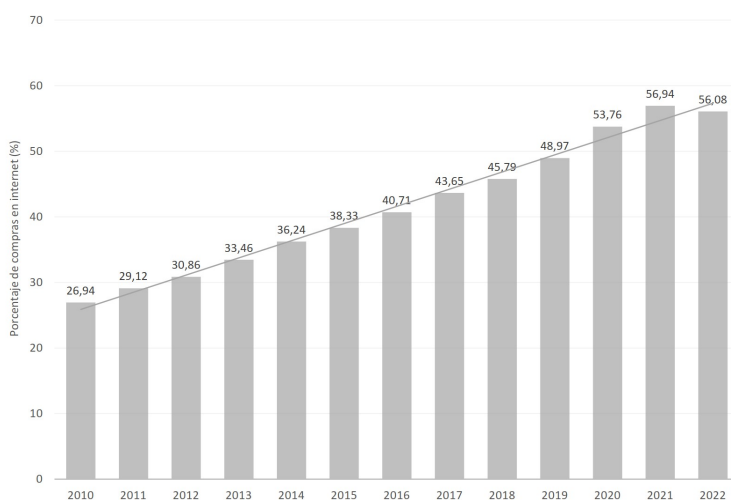


Figura 1.1: Compras por Internet de particulares

1.1.1 Implantación de soluciones de comercio electrónico

El comercio electrónico y la venta online deberían ser consideradas por cualquier empresa, ya que es una oportunidad, un medio disponible para mejorar el negocio, que proporciona un valor intangible al negocio y le permite distinguirse de competidores. No obstante, en la mayoría de ocasiones, hay que adoptar la venta online si no quieren perder cuota de mercado o lo que es más importante, estar en él.

Para vender en la web hay varias alternativas. Aunque a lo que aspira toda empresa es a tener su propio canal de venta en la web, es decir su propia tienda online, existen otras posibilidades. Una de las formas más inmediatas que tiene una empresa de vender en Internet es empleando los portales de comercio electrónico o *e-marketplaces*, preferiblemente con buen posicionamiento (p.e. eBay, Amazon, todocoleccion, Pixmania, MercadoLibre...). Estos proporcionan un valor comercial de manera casi inmediata a la empresa.

Los portales de comercio electrónico son sistemas software desarrollados y gestionados por terceras compañías, que permiten la venta online a múltiples vendedores. Estas terceras compañías ponen a disposición de sus clientes (en sus roles de compradores y vendedores), la infraestructura tecnológica y los servicios necesarios para poder comprar y vender todo tipo de productos/servicios. Además, también se incluyen servicios que permiten realizar pagos de manera segura o aquellos que permiten obtener información sobre el tráfico de visitas obtenido. El negocio de estas empresas está en el cobro de cuotas a los vendedores por la asociación o suscripción al portal y/o comisiones por las transacciones realizadas a través del portal. Será el valor de la marca del portal, la cantidad de tráfico que tenga, lo avanzada que sea su plataforma tecnológica y los servicios que esta ofrezca, del número de usuarios registrados que tengan como compradores y el número de transacciones que se realicen a través de ella lo que determine el precio del portal.

Cualquier solución de venta online, será una aplicación web para permitir que las transacciones se realicen online. Normalmente, constan de dos partes un *frontend* y un *backend*:

- El *frontend* de la tienda online, es lo que ve el visitante y con lo que puede interactuar para buscar y examinar los productos o servicios que se ofrecen, pudiendo meterlos en un carrito, comprarlos y pagarlos a través de la solución.
- El *backend* es la parte visible únicamente para el administrador del negocio o tienda, es una parte esencial de la aplicación ya que es la que permite la realización de actividades de soporte y apoyo al negocio, la que permite gestionar su negocio online.

Este modelo de negocio también ha incrementado la competencia entre las empresas, teniendo que crear ofertas muy atractivas para captar la atención de los clientes, ajustando incluso los precios al máximo posible. Para atraer potenciales clientes, también deben trabajar en el aspecto tecnológico ofreciendo una mayor innovación en sus soluciones de comercio electrónico para la venta online, sustentando su desarrollo en 3 pilares fundamentales: dise-

1. INTRODUCCIÓN

ño, usabilidad y accesibilidad. Esto no es muchas veces posible o es complicado para las empresas.

En el caso específico de España, es importante resaltar que el sector empresarial español está compuesto principalmente por autónomos y pequeñas empresas de menos de 10 empleados. Según la información recogida en el Directorio Central de Empresas hay 3.430.663 empresas activas en España en 2022, donde casi un 96 % de empresas tienen menos de 10 empleados.

Por otra parte, y según un estudio realizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE) durante 2021 y el primer cuartil de 2022, se observó que el 78.49 % de empresas con más de 10 empleados tienen conexión a Internet y una página web y solo el 31.59 % de ellas generan ventas a través de comercio electrónico. En contraste a eso, en empresas con menos de 10 empleados, solo el 31.83 % cuenta con conexión a Internet y una página web y solo el 9.55 % de ellas obtienen ventas a través de comercio electrónico.

Aunque desde el 2007 se ha hecho un gran esfuerzo, tanto por parte de organismos públicos como de entidades privadas, para lanzar iniciativas que promuevan el uso de las nuevas tecnologías y las actividades de comercio electrónico en las empresas. En la actualidad, a pesar de haber logrado algunos avances, aún no se han alcanzado los objetivos establecidos para la transformación digital y el comercio electrónico. Las pequeñas empresas no están logrando llevar a cabo la transformación digital de sus procesos comerciales, ya que no pueden hacer frente a los desafíos duales a los que se enfrentan, por un lado sumergirse en un mundo desconocido, y por el otro integrar el comercio electrónico en los procesos comerciales existentes.

1.2 Entorno en el que se realiza el TFG

Este TFG ha sido realizado en el seno del grupo de investigación Artificial Intelligence and Representation (AIR)¹ de la Escuela Superior de Informática (ESI) de la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM).

El grupo se constituye en el año 2014 con el propósito de promover el estudio, diseño, desarrollo y aplicación práctica de técnicas de Inteligencia Artificial (IA) para la resolución de problemas reales en el marco de proyectos de I+D+i con empresas o como proyectos de investigación. Las líneas de investigación principales del grupo incluyen IA aplicada, visualización y *rendering* y comercio electrónico. El grupo da la oportunidad a los estudiantes de la ESI de colaborar e incluso realizar sus trabajos fin de grado y máster en los temas en los que investiga el grupo.

El grupo cuenta con experiencia en el estudio de formalismos de representación y manipulación inteligente del conocimiento, destacando el contexto de la realidad virtual y aumenta-

¹<https://air.esi.uclm.es/>

da. También tienen experiencia en el diseño y desarrollo de sistemas de aprendizaje, sistemas de decisión, sistemas basados en el conocimiento, sistemas expertos y sistemas multi-agente en distintos campos de aplicación destacando el comercio electrónico, la videovigilancia, el *eLearning* y el *eHealth*.

Actualmente, el grupo AIR está inmerso en varios proyectos de investigación con financiación obtenida en convocatorias competitivas, entre los que se encuentran:

- *Desarrollo, implementación y despliegue en la nube de la plataforma REHAB-IMMERSIVE para la rehabilitación de los miembros superiores*. Proyecto financiado por MCI-N/AEI, código de referencia PID2020-117361RB-C21. Los investigadores principales son los Drs. J. Albusac y C. González. La duración del proyecto es desde septiembre del 2021 hasta septiembre del 2025.
- *Diseño y desarrollo de una plataforma basada en VR-shopping e IA para la digitalización y el fortalecimiento de negocios y economías locales*. Proyecto con financiación obtenida en la Convocatoria proyectos estratégicos orientados a la transición ecológica y a la transición digital en el marco del programa estatal para impulsar la investigación científico-técnica y su transferencia, del plan estatal de investigación científica, técnica y de innovación 2021-2023, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación, código de referencia: TED2021-131082B-I00. Los investigadores principales son los Drs. J. Albusac y J.J. Castro-Schez. La duración del proyecto es desde diciembre del 2022 hasta diciembre del 2024.

1.3 Plataforma de e-commerce basada en VR-Shopping e IA

Este TFG se ha llevado a cabo dentro de la investigación que se está realizando en el último proyecto mencionado, “*Diseño y desarrollo de una plataforma basada en VR-Shopping e IA para la digitalización y el fortalecimiento de negocios y economías locales*”. Este proyecto tiene como objetivo principal el diseño y desarrollo de un sistema software que permita el despliegue de portales de comercio electrónico innovadores basados en VR-shopping y con sistemas de recomendaciones para mejorar las ventas a través del portal pero potenciando las economías locales. De esta manera se busca impulsar la transición digital de los pequeños comercios dedicados a la venta de productos, mejorando su competitividad frente a las empresas de comercio electrónico más representativas. Además, se busca fomentar el comercio local y reducir el impacto medioambiental del proceso de compra. En las siguientes secciones se detallará con más precisión dicho proyecto.

La autora de este TFG fue seleccionada y contratada con cargo al proyecto de investigación TED2021-131082B-I00 financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación.

1. INTRODUCCIÓN

1.3.1 Contexto

En el contexto actual, presentado en la sección 1.1, impulsado también por los tiempos vividos en la pandemia del COVID con un periodo de confinamiento, ha aparecido un nuevo tipo de consumidor con diferentes hábitos al tradicional. Estos consumidores ya no dependen de las empresas locales para satisfacer sus necesidades, porque Internet se lo ofrece a un solo clic.

Estos consumidores actuales, antes de comprar un producto, buscan información sobre él en los buscadores (p.e. Google o Bing), conociendo su precio y características específicas, así como las opiniones y reseñas de otras personas que ya lo han comprado. Muchos de ellos, una vez obtenida la información sobre el producto y encontrada la mejor opción de compra finalizan la compra en la web. Otros aunque no muchos, van a tiendas locales para acabar de ver el producto, comprando en tienda física si la diferencia con respecto al precio visto en Internet no es muy alta. También, se da el caso inverso, es decir, personas que descubren productos en tiendas físicas y luego realizan compras en línea a un precio más bajo.

Este nuevo contexto conlleva varios efectos negativos con respecto a las economías locales: *(i)* cierre de tiendas físicas, porque los usuarios ya no compran físicamente al no ofrecerles los productos a los precios que se pueden encontrar en Internet; *(ii)* cierre de tiendas físicas que no tienen web para ofrecer sus productos al nuevo consumidor, o si la tienen no pueden competir con las grandes compañías; y *(iii)* cierre de otros negocios de servicios cercanos a las tiendas físicas, como por ejemplo bares, restaurantes, teatros, cines, museos, conciertos, eventos deportivos. . . , que dejan de recibir visitas al reducirse el flujo de clientes de las tiendas cercanas, con un riesgo de despoblación de los barrios de las ciudades.

Las empresas que no logren ser competitivas en y con el entorno digital se verán obligadas a cerrar sus tiendas físicas, trayendo consigo el cierre de negocios aledaños que se nutrían del flujo de clientes que estos atraían.

Por otra parte, el aumento de las ventas online y la evolución del comercio electrónico tiene un impacto negativo en el medio ambiente, relacionados sobre todo por: *(i)* las emisiones que se producen durante el transporte de los productos; y *(ii)* la huella de carbón que se produce por la fabricación y uso de los embalajes necesarios para el transporte de los productos. Al existir políticas de devolución favorables al comprador, los dos problemas anteriores se pueden agravar en el caso de que el cliente desee devolver el producto comprado.

1.3.2 Problema

Las empresas pequeñas tienen grandes dificultades para llevar a cabo la transformación digital y poner en marcha soluciones de comercio electrónico, debido principalmente a: *(i)* no tener personal cualificado que pueda realizarlo dentro de la empresa; *(ii)* la falta de tiempo del personal de la empresa para poderse dedicar a estas tareas; *(iii)* la limitación de los recursos económicos necesarios para llevarla a cabo con garantías de éxito; y *(iv)* no sa-

ber compatibilizar con sus negocios físicos, olvidando muchas veces uno en beneficio del otro.

No basta con tener un sistema que permita realizar ventas online, se deben diseñar y desarrollar instrumentos que los capaciten para competir con las “grandes compañías”, como por ejemplo Amazon, Alibaba, AliExpress o Rakuten. Recordemos que Internet es un entorno altamente competitivo y que la competencia ya no se limita a las tiendas físicas, sino a los principales portales de comercio electrónico. Estos gigantes del comercio electrónico tienen soluciones muy potentes y una visibilidad muy alta en los motores de búsqueda, lo que las convierte en las más empleadas por la sociedad. Estas grandes empresas actualmente disfrutan de cierto monopolio comercial en línea invirtiendo esfuerzos y recursos para mantener esa posición.

Las soluciones desarrolladas deben aportar valor en innovación para mitigar el impacto de los grandes gigantes del comercio electrónico. El hecho de que la tecnología evolucione y sus costos se reduzcan favorece la aparición de soluciones más innovadoras. Además, habría que crear estrategias alrededor de las soluciones desarrolladas que potenciaran también las economías locales.

1.3.3 Hipótesis

El proyecto de investigación “*Diseño y desarrollo de una plataforma basada en VR-Shopping e IA para la digitalización y el fortalecimiento de negocios y economías locales*” se basa en la hipótesis de que es posible desarrollar una solución innovadora de comercio electrónico que permita a las empresas pequeñas sin personal especializado y con recursos limitados desarrollar sus actividades comerciales, impulsando las economías locales y minimizando el impacto medio ambiental.

Esta solución se basará en cuatro grandes ideas: (i) vender a través de un portal de comercio electrónico, que libere a la empresa de la necesidad de diseñar y desarrollar una solución competitiva propia; (ii) ofrecer innovación tecnológica adoptando ya un concepto que pretende revolucionar el comercio electrónico en los próximos 5-10 años: las compras en realidad virtual (VR-Shopping), con la intención de mejorar la experiencia de compra de los clientes, haciéndola más atractiva al manejar y probar productos virtualmente e incluso ofreciendo una percepción real del producto; (iii) relacionar el portal y las ventas que se realicen a través de él con la actividad comercial y de servicios locales para potenciar las economías locales y reducir en la medida de lo posible el impacto medio ambiental; y (iv) desarrollar sistemas de recomendación basados en técnicas de IA que ayuden a lograr los objetivos principales del portal: ventas y potenciación de las economías locales.

1.3.4 Propuesta

La propuesta realizada en este proyecto de investigación se basa en el diseño y desarrollo de un portal de comercio electrónico, que se ha denominado VR-ZOCO² (ver logo en Fig. 1.2). El portal diseñado tendría la apariencia de un centro comercial virtual aunque se podría interactuar con él también a través de navegadores web. Empresas de diferentes tipos y sectores, y de diferentes ubicaciones, podrían asociarse con él para vender sus productos. Los visitantes solo verían un gran centro comercial con los productos y servicios ofrecidos por las empresas asociadas, distribuidos en salas temáticas con conexiones entre ellas, para permitir la aplicación de técnicas de venta cruzada y venta adicional. Estos visitantes podrán moverse por el portal e interactuar con los productos y servicios a través de dispositivos de RV, aprovechando así los beneficios que esta tecnología brinda.



Figura 1.2: Logo del Portal VR-ZOCO

La solución diseñada y desarrollada pretende ser innovadora de manera que puedan competir con los gigantes del comercio electrónico (Amazon, AliExpress, Alibaba, Rakuten...), utilizando tecnología avanzada y promoviendo la logística ambiental. Además, las ventas se emplearían como elemento tractor, de manera que se atrajera clientes a las tiendas locales cuando fuera posible y se fomentara la cooperación entre estas pequeñas empresas para competir con las grandes.

El portal promoverá las ventas en tiendas cercanas al cliente, donde será posible recoger los productos en el lugar, minimizando así los costos de transporte, distribución y almacenamiento de productos, y reduciendo así el impacto ambiental de la compra. Además, el sistema recomendará actividades de ocio basados en el perfil del usuario para que pueda disfrutar de ellos en el momento en el que vaya a hacer la recogida, incluso ofreciendo descuentos en cafeterías, bares, museos, etc., negocios que estarán también asociados con el portal y cercanos al lugar de recogida. Esto sin duda es un valor añadido al producto o servicio, con una contribución positiva a la experiencia del usuario después de la compra del producto o servicio. De esta manera, el portal atraerá clientes a tiendas y negocios locales, fortaleciendo así la economía local.

Beneficios de la propuesta

La propuesta ofrece varios beneficios a distintos niveles: (i) para las empresas que realizan actividades comerciales a través del portal, gracias al portal podrán desarrollar sus activida-

²La web del proyecto está disponible en <https://air.esi.uclm.es/vrzoco/>

des comerciales en Internet; (ii) para los negocios cercanos al punto de compra, proporcionándoles clientes gracias a la propuesta de actividades y planes de ocio complementarias a la compra; (iii) para los usuarios o clientes, que tendrán una mejor experiencia de usuario y beneficios adicionales en negocios locales; y finalmente (iv) para el mundo, al reducir del impacto ambiental.

Veamos con detalle, los beneficios que se proporcionan en cada uno de los niveles. A nivel de empresa, se encuentran los siguientes:

- **Simplificación de la transformación digital.** Al liberar a las empresas de las tareas técnicas y complicadas asociadas con la digitalización, se les permite centrarse en sus actividades comerciales principales. Esto les brinda un camino más suave hacia la adopción de tecnologías digitales sin tener que lidiar con complejidades técnicas.
- **Mejor posicionamiento en línea.** Al contar con un portal que se encarga de alcanzar una mayor difusión y fomentar la fidelidad de los clientes, las empresas pueden beneficiarse de una mayor visibilidad en línea y obtener un mayor rendimiento sin tener que preocuparse por aspectos técnicos complejos. Es la empresa responsable del portal la que asume los trabajos de posicionamiento del portal.
- **Beneficios del comercio electrónico para pequeñas empresas.** Al tener presencia en Internet y venta online, lograrán una mayor visibilidad para su negocio, aumentar su disponibilidad a las 24 horas del día los 365 días del año, reducir costos operativos y obtener un mejor conocimiento del cliente lo cual les permitirá tomar mejores decisiones en su negocio.
- **Mayor capacidad competitiva.** Al utilizar esta solución tecnológica, las pequeñas empresas pueden competir en línea con las grandes empresas, como Amazon, Alibaba y AliExpress. Esto les permite ofrecer una alternativa atractiva que agrega valor a las economías locales y promueve prácticas sostenibles. Asimismo, la posibilidad de establecer acuerdos con otros socios comerciales les brinda la oportunidad de negociar mejores condiciones económicas y ofrecer servicios adicionales al momento de la recogida de productos.
- **Acceso a tecnología de vanguardia.** Al adoptar esta solución, las empresas tienen acceso a tecnología de última generación, lo que les permite estar a la vanguardia de las tendencias tecnológicas emergentes. Esto les brinda una ventaja competitiva al estar preparados para los cambios y avances tecnológicos futuros. Es la empresa responsable del portal la que asume la constante evolución tecnológica del portal.

En cuanto a los beneficios que se proporcionan a nivel de los negocios del área local y proximidades, se encuentran los siguientes:

- **Promoción de las economías locales.** El portal promueve y guía las compras realizadas hacia empresas ubicadas en la zona geográfica cercana al punto de compra. Esto

1. INTRODUCCIÓN

beneficia a la economía local al impulsar el comercio en la zona y contribuir a evitar la desaparición de negocios locales. Al fomentar las compras en empresas locales, se fortalece el tejido empresarial y se genera un impacto positivo en la comunidad.

- **Promoción de experiencias locales.** El portal recomienda ofertas y planes de ocio en las proximidades del punto de compra. Al proporcionar información sobre actividades y negocios complementarios ubicados cerca de la tienda física, se crea un entorno propicio para que los clientes realicen más compras y disfruten de experiencias adicionales en la zona.

Los beneficios que el usuario final obtiene gracias al uso del portal, son los siguientes:

- **Más opciones de elección (amplitud del mercado).** El portal mostrará más opciones donde elegir, pudiendo elegir entre ellas o aceptar las recomendaciones de compra que se le haga desde el portal.
- **Más cantidad y calidad de la información proporcionada.** El portal proporcionará más información y de más calidad sobre los productos, incluso dando la posibilidad de manipularlos.
- **Disponibilidad $24 \times 7 \times 365$.** El portal estará disponible siempre y en distintos formatos, web y RV, para facilitar las compras en cualquier momento y lugar.
- **Precios competitivos.** El portal ofrecerá unos precios competitivos para los productos que se vendan en él.
- **Mejor soporte y servicio pre y post venta.** El portal tendrá un servicio de atención al cliente que actúan en un primer nivel para resolver las dudas que pudieran tener los clientes, y velarán para que desde los niveles inferiores, las tiendas, también haya tiempos de respuesta mínimos.
- **Mejor experiencia de usuario.** El uso de nuevas tecnologías de RV proporcionará una mejor experiencia de usuario en sus procesos de compra online.

Y para finalizar, los beneficios que se proporcionan a nivel de medio ambiente, se encuentran los siguientes:

- **Promoción de la logística ambiental.** El portal impulsa prácticas de logística sostenible al reducir el impacto ambiental del comercio electrónico y minimizar la huella de carbono en el transporte. Esto se logra a través de la promoción de recogida en tienda local.
- **Reducción de residuos.** Los productos adquiridos a través del portal pueden ser recogidos directamente en la tienda física, evitando así la producción de envases adicionales y reduciendo la cantidad de residuos plásticos y cartón generados por el embalaje tradicional del comercio electrónico.

Novedad de la propuesta

La innovación principal de este proyecto reside en el:

1. Diseño y desarrollo de un portal de comercio electrónico con una de sus interfaces basada en RV, que permita la opción de una inmersión total en el portal, como si fuera un gran centro comercial virtual, aprovechando los beneficios que esta tecnología aporta al comercio en línea.
2. Diseño y desarrollo de un portal que promueve las economías locales, potenciando la recogida local gracias a la geolocalización de las empresas y los compradores. Además, se realizarán recomendaciones de actividades y planes complementarios en negocios de otros sectores (como restaurantes, bares, cafeterías, cines, teatros, conciertos, eventos deportes, etc.) que estén cerca del lugar de recogida. Esto se hará en base al perfil y los gustos del cliente.

Obviamente, el portal creado debe incluir sistemas de recomendación usando técnicas de IA que nos permita comprender mejor al visitante, obtener conocimientos de los datos generados y utilizarlos para tomar decisiones en el portal.

1.3.5 Arquitectura del sistema

Como cualquier aplicación de comercio electrónico el portal VR-ZOCO tendrá dos partes claramente diferenciadas, el *frontend* y el *backend*. Cada una de ellas proporcionando las funcionalidades habituales (ver Fig. 1.3) [Cas23]. Desde el lado del frontend cabe destacar las funcionalidades que permitirán al visitante, potencial cliente:

- Obtener información sobre el producto/servicio y sobre la empresa, permitiendo a los posibles compradores analizar y evaluar las ofertas. Esta información se debe mostrar de la mejor forma posible dependiendo del tipo de producto/servicio que se esté comercializando.
- Buscar y comparar productos/servicios ofertados.
- Seleccionar productos/servicios.
- Hacer compras, proporcionando una cesta electrónica de la compra en la que los visitantes puedan colocar sus compras, y que esta sea persistente a la sesión.
- Pagar por el pedido.
- Obtener información sobre el estado en el que se encuentra su pedido.
- Obtener ayuda pre y post compra.
- Obtener información sobre la empresa que realiza la venta.

Desde el punto de vista del administrador de la tienda, las funcionalidades más usuales son:

1. INTRODUCCIÓN

- Gestionar los clientes del portal, permitiendo el registro en el sitio, la realización de comentarios o la comunicación con los vendedores del portal.
- Gestionar los negocios que venden a través del portal.
- Gestionar los pedidos, controlando el pago.
- Gestionar el catálogo de la tienda.
- Gestionar el *stock*, manteniendo la integridad de los datos garantizando que el *stock* físico y el disponible coincidan.
- Gestionar la opinión de los clientes sobre los productos comprados para animar a más visitantes dubitativos a que finalicen la compra.
- Gestionar los envíos, permitiendo su procesamiento y seguimiento para garantizar que son entregados en tiempo.
- Gestionar el servicio de atención al cliente, respondiendo a las cuestiones de los clientes o el traslado de cuestiones al departamento que competa. Es esencial para proporcionar soporte pre y post-venta basado en la web.
- Analizar las visitas y compras con el fin de conocer como funciona el canal de venta, personalizar las experiencias de los compradores o tomar decisiones que afecten a la marcha del negocio.
- Gestionar las ofertas, con la intención de favorecer las ventas o permitir la aplicación de técnicas de marketing como *cross-selling* o venta cruzada (productos complementarios a los que ha comprado) o *up-selling* (productos más caros que los que ha comprado).
- Personalizar la tienda en apariencia y en otros aspectos en función del lugar de visita (idioma y moneda).



Figura 1.3: Funcionalidades solución de comercio electrónico (de J.J. Castro-Schez tomada de materiales de la asignatura de Comercio Electrónico).

En la arquitectura propuesta por el grupo, que se puede observar en la figura Figura 1.4, nos centramos en la parte más novedosa, se debe ver como un complemento a lo antes expuesto.

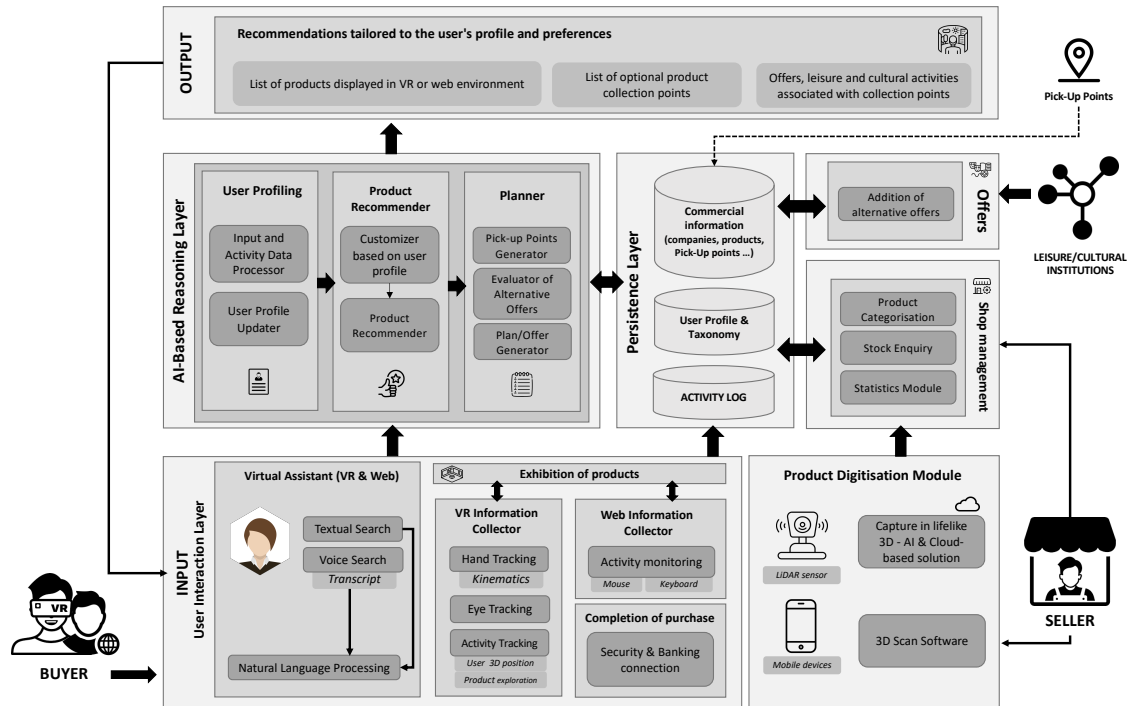


Figura 1.4: Esquema de la arquitectura de la plataforma, identificando las capas y los actores (de AIR tomada de materiales del grupo).

En esta arquitectura se tiene en cuenta tanto la perspectiva del comprador (*frontend*) como del administrador de la tienda (*backend*). Desde la perspectiva del comprador, el sistema tiene como objetivo proporcionar servicios de alta calidad y personalización de acuerdo con las preferencias y necesidades individuales tanto de productos como de planes alternativos. Mientras tanto, desde la perspectiva del vendedor y de los negocios cercanos asociados al portal, la plataforma busca mejorar las ventas y apoyar el crecimiento de las economías locales.

Lo primero que hay que destacar es que los negocios asociados al portal no serán solo tiendas que vendan productos, habrá también negocios satélite que ofrecen experiencias complementarias (p.e. bares, restaurantes, teatros, salas de conciertos, clubes deportivos...).

Lo segundo que se debe resaltar es que la interacción se realizará de dos formas alternativas pero complementarias, una más tradicional a través de la web y la más novedosa: a través de una experiencia de realidad virtual.

La arquitectura se divide en varias capas distintas, cada una desempeñando un papel crucial en el funcionamiento del sistema. La primera capa denominada “*User Interaction Layer*” es la capa que permitirá la interacción con el portal. Esta capa actúa como punto de interacción entre el usuario y el sistema, ya sea a través de RV o web. Además esta capa cuenta con un componente adicional que agrega valor a la experiencia del usuario, un asistente virtual que se comunica con él. Este permite realizar búsquedas y solicitar información tanto por

1. INTRODUCCIÓN

texto como por voz. Utilizando técnicas de Procesamiento de Lenguaje Natural (NLP), se comprenderán y procesarán las consultas del usuario de manera efectiva. De este modo se facilita su navegación por el portal, especialmente interesante en el portal con navegación en RV.

Esta capa se encarga de capturar las interacciones del usuario con el portal digital (productos visitados, duración de esas visitas, productos incluidos en el carrito, productos comprados...). Para las interacciones realizadas en entornos de RV se captura además el seguimiento de distintas partes del cuerpo como los ojos y manos, así como el seguimiento de la posición 3D y de la exploración realizada por el usuario. Todos estos datos se almacenan para su posterior análisis.

La capa intermedia denominada “*AI-Based Reasoning Layer*”, será la responsable del razonamiento automático, se subdivide en tres módulos principales. El primer módulo “*User Profiling*” se encarga de obtener el perfil de usuario gracias a las interacciones capturadas de él con el portal. El segundo módulo “*Product Recommender*” es el encargado de generar y mostrar u ofrecer en el portal los productos que podrían ser más interesantes para el usuario, basándose en el perfil obtenido previamente. Este módulo utiliza técnicas de IA para analizar y procesar los datos del perfil del usuario y ofrecer recomendaciones personalizadas. El tercer módulo de esta capa “*Planner*” es el encargado de recomendar un punto donde conseguir el producto comprado y generar planes culturales y de ocio cercanos a él. Estos planes se crean teniendo en cuenta también el perfil del usuario obtenido por el primer módulo con el objetivo de fomentar las económicas locales.

Además de las capas mencionadas anteriormente, también se incluye una capa de persistencia de datos, denominada “*Persistence Layer*”. Esta capa es responsable de almacenar y gestionar todos los datos generados por el sistema, aquí solo haremos referencia a los datos que se almacenan para las funcionalidades más novedosas propuestas. En esta capa se almacenan los perfiles de usuarios, las preferencias, los historiales de interacción, los datos de productos, información de las tiendas asociadas y de los negocios asociados y sus eventos, así como cualquier otro dato relevante para el funcionamiento de la plataforma. La capa de persistencia garantiza la disponibilidad y la integridad de los datos, asegurando que estén disponibles cuando se necesiten y que no se pierda ni se corrompan.

Para favorecer el uso del portal por parte de las empresas a la hora de comercializar sus productos, se proporcionarán módulos auxiliares, como el módulo de digitalización de productos, denominado “*Product Digitisation*”. Este módulo permite a los vendedores convertir sus productos físicos en modelos 3D para su exhibición en el entorno virtual de la plataforma. Ya sea haciendo uso de una solución basada en IA y la nube para capturar modelos 3D de alta calidad de los productos, o bien haciendo uso de software de escaneo 3D utilizando tanto sensores especializados como Laser Imaging Detection and Ranging (LiDAR) como dispositivos móviles. Estos sensores y dispositivos permiten a los vendedores capturar modelos 3D

de sus productos de manera precisa y eficiente. Los modelos 3D resultantes se integran en el entorno virtual de la plataforma, lo que permite a los compradores interactuar y explorar los productos de manera virtual.

Finalmente, la capa superior, denominada “*Data Output*” se encarga de mostrar la información generada por los sistemas de recomendación para el usuario. Esta capa es la interfaz de salida del sistema que dependiendo de la interfaz empleada mostrará los datos de una u otra forma. En la interfaz basada en RV tiene como objetivo proporcionar al usuario una experiencia visual y perceptiva enriquecedora. Se mostrarán los productos recomendados, las distintas opciones de compra y los planes asociados al lugar de compra seleccionado en caso de que sea con recogida en local. Esta salida se incluirá en la capa de interacción donde el usuario puede explorar y navegar por el entorno virtual, interactuar con los productos exhibidos, realizar compras y acceder a los planes culturales y de ocio generado. Además, la capa superior puede proporcionar información adicional, como detalles de los productos, precios, opciones de compra, ubicación de los puntos de recogida, horarios y cualquier otra información relevante para el usuario.

1.4 Mi trabajo dentro del proyecto

En el marco del proyecto *Diseño y desarrollo de una plataforma basada en VR-Shopping e IA para la digitalización y el fortalecimiento de negocios y economías locales*, este TFG se centra en la implementación y desarrollo de los módulos de razonamiento automático con IA. Mi trabajo se enfoca en diseñar e integrar algoritmos y técnicas de IA que permitan el procesamiento y análisis de los datos recopilados de los usuarios y productos, así como la generación de recomendaciones personalizadas y planes de ocio y cultura asociados a los puntos de recogida. Dicho trabajo se puede separar en tres módulos como se puede observar en la Figura 1.4:

1. **Perfilado de usuarios.** Esta tarea consiste en desarrollar un sistema de perfilado de usuarios que capture las preferencias de cada usuario. Utilizando técnicas de ML, se analizan las interacciones previas del usuario con la plataforma, como las compras realizadas, productos explorados o preferencias manifestadas.
2. **Implementación de un sistema de recomendación.** Esta tarea consiste en diseñar e implementar un sistema de recomendación basado en IA que se adapte a los gustos y preferencias de cada uno de los usuarios. Este sistema utiliza el perfil del usuario, junto con técnicas de filtrado colaborativo y análisis de similitud, para ofrecer recomendaciones personalizadas de productos que se ajusten a sus preferencias y características individuales. El sistema de recomendación desempeña un papel crucial en la mejora de la experiencia de compra de los usuarios y su satisfacción.
3. **Generación de un plan alternativo para impulsar la economía local.** Además del desarrollo del sistema de recomendación, se realizará una estrategia para promover y

1. INTRODUCCIÓN

fortalecer la economía local. Utilizando algoritmos de IA y procesamiento de datos, el sistema es capaz de identificar actividades locales relevantes para el usuario. De esta forma, se intenta evitar la desertización de los negocios locales en las ciudades y dinamizar la economía local incentivando las compras en la zona, fortaleciendo la conexión con los negocios locales.

1.5 Estructura del documento

La estructura de este TFG es la propuesta por la Escuela Superior de Informática (ESI) de la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM) según su normativa, y contiene los siguientes capítulos:

Capítulo 2: Objetivos

En este capítulo se presentan el objetivo general de este proyecto, y los objetivos específicos cuya consecución ayudan a alcanzar el general. También se expondrán otros objetivos que nos planteamos con la realización de este TFG: los formativos y los relacionados con las habilidades blandas.

Capítulo 3: Estado del arte

En este capítulo se exponen los fundamentos teóricos y las tecnologías que se han estudiado para el diseño y la realización del TFG.

Capítulo 4: Metodología y Tecnología

Este capítulo describe la metodología de trabajo elegida y su forma de empleo, además de la planificación del proyecto y los medios utilizados para el desarrollo de este.

Capítulo 5: Resultados

Este capítulo muestra el resultado final obtenido tras la aplicación de la metodología elegida.

Capítulo 6: Conclusiones

El último capítulo explica las conclusiones obtenidas, junto con un análisis de los objetivos que se han alcanzado, una justificación de las competencias de la intensificación que han sido adquiridas, y una serie de consideraciones que marcarán el trabajo de la autora en relación con el producto realizado en este TFG.

Capítulo 2

Objetivos

EL propósito de este capítulo es presentar en profundidad los diferentes objetivos que se quieren alcanzar con la elaboración de este proyecto. Se indicará cuál es el objetivo principal y se desglosará en una serie de objetivos específicos que serán esenciales para llevar a cabo el desarrollo del proyecto de manera adecuada y alcanzar el objetivo general. Por último, se incluirá también unas secciones dedicadas a presentar otros objetivos que se quiere alcanzar con la realización de este TFG: los objetivos formativos y los personales personales.

2.1 Objetivo general

El objetivo general de este proyecto es diseñar y desarrollar un sistema de recomendaciones automáticas que será incluido en un portal de comercio electrónico que hace uso de la realidad virtual y que ha sido diseñado pensando también en el fortalecimiento de las economías locales.

El sistema de recomendaciones diseñado y desarrollado debe preocuparse de lograr más ventas en el portal, para ello debe aprender a clasificar al usuario y mostrarle productos del portal que puedan ser de su interés. Además, en caso de que se produzca una venta debe ser capaz de recomendarle un lugar de recogida y, en función del tipo de usuario del que se trate, un plan de ocio complementario en locales de la ciudad cercanos al punto de recogida, y que estén asociados al portal.

Esto implicará realizar un análisis del tipo de usuario, las preferencias individuales y en función de ello, hacer recomendaciones personalizadas y relevantes tanto sobre productos como planes alternativos para así fortalecer a los negocios y emprendedores locales.

2.2 Objetivos específicos

Una vez definido el objetivo general que se pretende alcanzar, se van a presentar los objetivos específicos que son necesarios lograr para poder finalizar con éxito el proyecto. Los objetivos específicos se exponen a continuación.

2. OBJETIVOS

- OE1. Diseño y desarrollo de un módulo para la gestión de usuarios del portal.** Se busca crear un módulo que permita la administración eficiente de los usuarios que utilizan el portal de comercio electrónico, incluyendo su registro, inicio de sesión y gestión de perfiles.
- OE2. Diseño y desarrollo de un módulo para la gestión de locales comerciales y de ocio.** Se pretende desarrollar un módulo que facilite la gestión de los locales comerciales y de ocio presentes en la plataforma, permitiendo su registro, actualización y asociación con productos y planes de ocio. Se considera local comercial las tiendas que vendan productos en el portal y local de ocio aquellos que asociados al portal ofrezcan planes de ocio.
- OE3. Diseño y desarrollo de un módulo que permita la gestión del catálogo de productos en venta asociándolos a tiendas.** Se busca la creación de un módulo que permita la gestión y organización eficiente del catálogo de productos disponibles en la plataforma, así como su asociación con las tiendas correspondientes.
- OE4. Diseño y desarrollo de un módulo para la gestión de eventos.** Se busca desarrollar un módulo que facilite la gestión de eventos relacionados con el ocio y que puedan ser utilizados como parte de los planes de ocio ofrecidos en la plataforma. Estos eventos estarán asociados a los locales de ocio correspondientes.
- OE5. Diseño y desarrollo de módulos que registren para cada usuario los datos esenciales para la generación de recomendaciones.** Este objetivo implica la creación de módulos que registren y almacenen los datos esenciales de cada usuario, como su perfil, preferencias, historial de compras e interacciones con el portal.
- OE6. Diseño y desarrollo de un módulo que sea capaz de categorizar a los usuarios en base a los datos recogidos para él, de manera que se pueda emplear para la realización de recomendaciones.** Se pretende desarrollar un módulo que sea capaz de categorizar a los usuarios en función de los datos recopilados, con el fin de utilizar esta información para la generación de recomendaciones personalizadas.
- OE7. Diseño y desarrollo de un motor de recomendaciones automáticas sobre posibles productos de interés.** Este objetivo implica la creación de un motor que sea capaz de generar recomendaciones automáticas sobre productos de interés para los usuarios, utilizando los datos recopilados y las preferencias categorizadas.
- OE8. Diseño y desarrollo de un motor de recomendaciones automáticas sobre planes de ocio.** Se busca desarrollar un motor que genere recomendaciones automáticas de planes de ocio, teniendo en cuenta el perfil del usuario y cercanía al punto de recogida del producto comprado.
- OE9. Integración de los módulos en una plataforma de VR-Shopping.** Este objetivo consiste en integrar todos los módulos desarrollados en el portal de comercio electró-

nico que hace uso de la realidad virtual, permitiendo a los usuarios recibir recomendaciones personalizadas de productos, disfrutando de la experiencia de compra virtual y que en caso de compra reciba recomendaciones de planes de ocio.

2.3 Objetivos personales

Este proyecto no es solo importante para el desarrollo del TFG, sino que también puede aportar beneficios significativos a la formación de la autora de este trabajo como profesional, ayudándola a conseguir o mejorar algunas “Soft Skills” o habilidades blandas que en la actualidad están siendo muy demandadas por las empresas. A lo largo de este TFG se pretende trabajar las siguientes habilidades:

- **Resolución de problemas complejos.** En un proyecto de investigación es frecuente encontrarse con problemas no esperados, es por ello por lo que se pretende desarrollar y fortalecer la capacidad de tomar la iniciativa en estas situaciones y asumir responsabilidades proponiendo soluciones.
- **Trabajo en equipo.** El hecho de realizar el TFG integrada en un grupo de investigación 1.2, trabajando en equipo, permitirá desarrollar y fortalecer las capacidades de comunicación y colaboración. A través de esta experiencia, mejoraré mi capacidad de trabajo en grupo, compartiendo conocimientos y habilidades, y contribuyendo de manera activa a la consecución de los objetivos del grupo.
- **Comunicación.** Durante el desarrollo de este proyecto, tendré que ser capaz de expresar ideas y resultados de manera clara y concisa. El trabajo en este TFG permitirá mejorar las habilidades de la autora de comunicación efectiva, mejorando su capacidad de presentar de manera coherente y comprensible sus ideas y avances al resto de miembros del equipo de trabajo.
- **Flexibilidad.** En un proyecto de investigación es necesario ajustar estrategias y soluciones según las necesidades del proyecto en cada momento, es por ello que habrá que trabajar una actitud abierta y flexible ante los cambios. Esta capacidad de adaptación es fundamental para mantener el progreso y lograr resultados exitosos en diferentes situaciones.
- **Proactividad.** En cualquier problema, y en particular en la investigación, hay que tener una actitud proactiva. Hay que anticiparse a las necesidades y problemas potenciales, tomando la iniciativa proponiendo soluciones. Con la realización de este proyecto, se pretende mejorar la actitud proactiva de la autora de este TFG.
- **Mejorar la gestión del tiempo.** La realización de tareas dentro de un proyecto de investigación requiere seguir una planificación, e ir obteniendo resultados en momentos establecidos. Por este motivo, habrá que adquirir una sólida habilidad para la gestión eficiente del tiempo y la organización de tareas. Ayudará a establecer prioridades, cum-

2. OBJETIVOS

plir plazos realistas y optimizar los recursos disponibles para alcanzar los objetivos del proyecto.

2.4 Objetivos formativos

A lo largo del tiempo que se trabaje en el TFG será necesario el aprendizaje de ciertas tecnologías para poder conseguir la consecución de los objetivos específicos. Por otro lado, el aprendizaje de estas tecnologías no sólo pueden resultar de utilidad a la hora de realizar el TFG, si no que en un futuro pueden ser necesarias o importantes en mi carrera profesional. Entre los objetivos formativos más importantes que se pretenden alcanzar están:

- **Adquisición un sólido conocimiento sobre los conceptos y técnicas de sistemas de recomendación.** Esto incluye comprender los diferentes enfoques de recomendación, como el filtrado colaborativo y el filtrado basado en contenido, así como familiarizarme con algoritmos utilizados en este campo.
- **Aprendizaje de librerías de Python específicas.** Entre ellas se encuentran skfuzzy, Folium y SQLAlchemy.
 - Skfuzzy. A través de la exploración y el aprendizaje de la librería skfuzzy, podré implementar lógica difusa en mi proyecto de investigación. Estos conocimientos me permitirán desarrollar y aplicar modelos basados en sistemas de inferencia difusa, mejorando así la precisión y la capacidad de análisis de los datos obtenidos.
 - Al familiarizarme con la librería Folium, una herramienta especializada en la visualización de datos geoespaciales en Python, podré representar y visualizar mapas de manera interactiva. Esto añadirá un atractivo visual y facilitará la presentación de los resultados obtenidos en mi proyecto de investigación.
 - SQLAlchemy. Mediante el estudio y la práctica de SQLAlchemy, una librería de mapeo objeto-relacional ORM en Python, podré interactuar de manera eficiente con bases de datos relacionales. Esta habilidad me permitirá gestionar de forma efectiva las operaciones de consulta y manipulación de datos en mi proyecto, mejorando así la eficiencia y la escalabilidad del sistema.
- **Adquisición de conocimientos sobre HTML y CSS.** A diferencia de mi experiencia previa en el desarrollo de APIs utilizando Flask, mi objetivo es aprender el lenguaje de marcado HTML y las hojas de estilo CSS. Esto me permitirá crear interfaces web funcionales y más atractivas, mejorando así la experiencia de usuario en mi proyecto. Además, esta experiencia permitirá a la autora del documento demostrar su capacidad de adaptación a entornos y tecnologías novedosas y desconocidas, fortaleciendo así su capacidad para enfrentar desafíos y aprender rápidamente nuevos conceptos.
- **Investigar y comprender el funcionamiento de la API de Google Maps.** Este objetivo implicará investigar y comprender los conceptos clave, las funcionalidades y

las mejores prácticas relacionadas con el uso de esta API. A través de este proceso, podré aprender a utilizarla de manera efectiva para obtener información geoespacial y calcular rutas entre diferentes ubicaciones. Esta experiencia me permitirá ampliar mis habilidades en la integración de servicios de terceros y en la utilización de APIs externas en proyectos de investigación.

Capítulo 3

Estado del arte

EL objetivo de este capítulo es ofrecer una visión general de los dominios de trabajo y las tecnologías relacionadas con el presente TFG. En primer lugar, se describen las relaciones entre la IA y comercio electrónico, además de ver la importancia en el mercado real. A continuación, se explica de forma específica uno de los nexos existentes entre la IA y el comercio electrónico, los sistemas de recomendación y sus distintos tipos. Por último, se describe la nueva vertiente del comercio electrónico que incorpora a la Realidad Virtual, llamada VR-Shopping.

3.1 Inteligencia Artificial y Comercio Electrónico

El comercio electrónico definido previamente en 1.1 como la compra y venta de productos o servicios a través de sistemas electrónicos como Internet y otras redes informáticas [Zwa96], ha experimentado una notable evolución en los últimos años.

El comercio electrónico ha evolucionado a lo largo de los años, desde el Intercambio electrónico de datos (EDI) hasta el comercio social y móvil. En sus inicios, el EDI permitía a las empresas intercambiar información comercial. Luego, con la llegada de la web, las empresas crearon páginas estáticas para promocionarse. Más tarde, surgieron las tiendas en línea y las empresas exclusivamente en Internet. Después, se integraron las tecnologías en los procesos de negocio, creando la empresa electrónica. Actualmente, el enfoque se centra en las redes sociales y los dispositivos móviles, donde las empresas deben estar presentes y adaptar sus plataformas de comercio electrónico [CS15].

En paralelo, la Inteligencia Artificial (IA) ha desempeñado un papel fundamental en la evolución del comercio electrónico. Esta integración ha sido un factor clave, permitiendo la personalización, optimización y automatización de varias áreas del comercio, creando así nuevas oportunidades y desafíos en el ámbito profesional y redefiniendo la forma en las que las empresas operan y se relacionan con los clientes.

3.1.1 Visión general

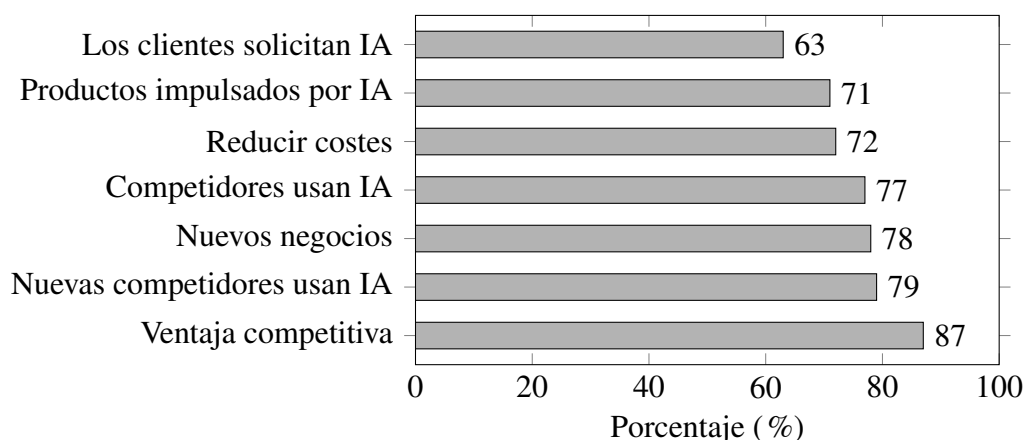
La Inteligencia Artificial es un campo de la informática centrado en el desarrollo de sistemas inteligentes que puedan realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana,

3. ESTADO DEL ARTE

así como el reconocimiento de voz, aprendizaje automático, toma de decisiones o resolución de problemas [RN16]. La IA es un campo multidisciplinar que abarca distintas áreas del conocimiento. Según Russell y Norvig, la IA se basa en la idea de que las máquinas pueden ser programadas para imitar la forma en la que los humanos piensan y actúan, además haciendo uso de los algoritmos y modelos de aprendizaje, estas máquinas pueden mejorar su capacidad de realizar tareas complejas [RN16].

La IA ofrece nuevos servicios al comercio electrónico, permitiendo que las empresas personalicen la experiencia de sus clientes, optimicen procesos y mejoren sus resultados. La IA como anteriormente se especificaba, es un campo multidisciplinar, por lo que ha avanzado en distintas áreas como procesamiento del lenguaje natural, análisis de datos o automatización de procesos. Estos avances hacen que se creen mejores soluciones para los clientes y las empresas.

Según una encuesta realizada a varias empresas [Tho20] la razón principal para adoptar la IA en su empresa es obtener una ventaja competitiva, ya que de esta forma pueden identificar patrones y tendencias lo que haría que el usuario estuviera más satisfecho. Las tres siguientes razones más populares se centran en el mercado competitivo, es decir, una empresa no puede quedarse atrás si todas las demás a su alrededor han adaptado esta tecnología.



La IA ha permitido la transformación del comercio electrónico, redefiniendo así la relación entre empresas y usuarios. Esta es de ayuda en distintas áreas del comercio electrónico, entre las más populares se encuentran la personalización, la búsqueda y la predicción. La presencia en cada una de las distintas áreas se consigue creando relaciones entre la IA y el comercio electrónico, algunas de ellas son los sistemas de recomendación, los *chatbots*, la personalización o el precio dinámico.

Los sistemas de recomendación se describirán con más detalle debido a su importancia dentro de este proyecto en la sección 3.2. Por otro lado, un *chatbot* se define como un agente conversacional con el que los usuarios pueden interactuar mediante el lenguaje natural [SV19]. También son conocidos como sistema de diálogo, agente conversacional, interfaz

conversacional, asistente virtual o asistente personal [LLLS22].

Su trayectoria se remonta a 1950, aunque es en estos últimos años cuando están en auge. Últimamente se han hecho grandes avances en el desarrollo de *chatbots* que utilizan tecnologías de procesamiento de imágenes y voz para mejorar la experiencia del usuario. Gracias a estos avances, algunos *chatbots* son capaces de buscar productos mediante imágenes o audios, facilitando así la búsqueda del usuario. Algunas de las ventajas que ofrecen estos agentes conversacionales son la disponibilidad 24 horas proporcionando así atención de manera inmediata y personalizada al usuario, también contestan preguntas, solucionan problemas entendiendo las peticiones del usuario o resuelven dudas de manera natural y sencilla [OODRBE21].

Hay varios tipos de *chatbots*, los primeros enfoques no hacían uso de Machine Learning, por lo que utilizaban la correspondencia de patrones y basado en reglas. Sin embargo, posteriormente aparecen nuevos enfoques que sí hacen uso de ML combinado con el Procesamiento de Lenguaje Natural (NLP) [SMC⁺20][SMB20].

Otra relación que se consigue entre la IA y el comercio electrónico son los precios dinámicos. Esto se corresponde a una estrategia de mercado en la que el precio óptimo de los productos se fija teniendo en cuenta los costes y precios de la competencia. Para llevar a cabo esta tarea se hace uso de *Big Data* para conocer el mercado de una mejor manera mediante tendencias y el estudio de la competencia [Bla18].

3.1.2 Aplicación de técnicas de IA

Como ya se comentaba anteriormente, la IA ha impulsado avances significativos en el comercio electrónico, permitiendo la implementación de soluciones como *chatbots*, precios dinámicos y sistemas de recomendación.

Estas nuevas aplicaciones se pueden llevar a cabo gracias a distintas técnicas de la IA. Es decir, la IA es un campo multidisciplinar compuesto por distintas técnicas, entre ellas, las que son de gran ayuda para el comercio electrónico son: (i) Procesamiento de Lenguaje Natural (NLP); y (ii) Machine Learning (ML).

Procesamiento de Lenguaje Natural (NLP)

En primer lugar, NLP es rama de la informática y de la IA que relacionada estrechamente con la interacción entre ordenadores y humanos haciendo uso del lenguaje natural [Lin21]. Es por esto por lo que se ha convertido en una de las técnicas clave sobre todo en el desarrollo de los *chatbots*. Estos sistemas utilizan algoritmos de NLP para interactuar con los usuarios a través del lenguaje natural, proporcionando respuestas instantáneas, resolviendo problemas y ofreciendo información de manera natural y sencilla. Además, también se usa a la hora de comprender las emociones y sentimientos de los clientes extrayendo y analizando las palabras clave de las reseñas de los clientes.

Se puede separar la anatomía de un *chatbot* en tres partes: (i) Natural Language Understanding (NLU) para categorizar la intención del usuario en tres grupos de polaridad: positivo, negativo y neutral. Esta categorización se puede llevar a cabo gracias a distintos enfoques de NLP como n-grams, etiquetado de adjetivos, relaciones de dependencias y términos objetivos; (ii) Dialog Management (DM) para determinar la intención del usuario y elegir una estrategia para determinar una respuesta basándose en el contexto; y (iii) Natural Language Generation (NLG) para generar respuestas con lenguaje natural teniendo en cuenta la personalización para el usuario de la respuesta y la rapidez [SMC⁺20].

Machine Learning (ML)

En segundo lugar, se encuentra ML o aprendizaje automático y Arthur Samuel lo define como una rama de la informática y de la IA que ofrece a los ordenadores la habilidad de aprender sin ser programados explícitamente [Sam59]. Después de más de seis décadas, esta definición sigue siendo ampliamente aceptada, ya que hace referencia, aunque no de manera directa, a la propiedad clave de ML, el aprendizaje autónomo.

Existen distintos tipos de aprendizaje automático, entre los cuales destacan el aprendizaje supervisado, el aprendizaje no supervisado y el aprendizaje por refuerzo [RS22].

El **aprendizaje supervisado** tiene como objetivo principal inferir un modelo de un conjunto de datos de entrenamiento etiquetados previamente. Para ello se utiliza un conjunto de propiedades (representadas normalmente como "X") y un valor de salida denominado etiqueta (normalmente representado como "Y").

A su vez está dividido en dos tipos: (1) regresión y (2) clasificación. En regresión, se busca inferir las relaciones entre las variables, conocidas previamente, y ofrecer una predicción sobre nuevos valores numéricos continuos. Dentro de la regresión se encuentran distintas técnicas como la regresión lineal o polinómica. Por otro lado, en la clasificación queremos descubrir a qué grupo, clase o categoría pertenece el sujeto utilizando un vector de características. Dentro de la regresión se encuentran distintas técnicas como k-Nearest Neighbours (κNN), árboles de decisión, Support Vector Machine (SVM) o Naives Bayes.

En segundo lugar, el **aprendizaje no supervisado** se basa en la detección de patrones y estructuras en conjuntos de datos no etiquetados. Los algoritmos de este tipo de aprendizaje buscan agrupar los datos de manera automática en función de grupos, anomalías, asociaciones o proyecciones. A su vez se divide en: (i) *clustering*; (ii) reducción de dimensiones; y (iii) reglas de asociación.

La técnica de *clustering* tiene como objetivo encontrar grupos, de tal manera que los elementos de ese grupo sean similares entre ellos y distintos a los elementos de los otros grupos [SSBD14]. Dentro de *clustering*, se encuentran los tradicionales como *K-Means*, los *clusters* jerarquizados o los basados en densidad como DBSCAN. Dentro de estos clusters tradi-

cionales, el más usado es *K-Means*. En este enfoque, se empieza con K puntos generados aleatoriamente y devuelve las coordenadas de los centroides de cada uno de los K *clusters*, así como el *cluster* al que pertenece cada elemento. El algoritmo que sigue es el representado en Algoritmo 1 [RS22].

Algoritmo 1 Algoritmo básico de K-Means

Entrada: Datos de entrada X , número de grupos k

Salida: Partición de X en k clusters

Seleccionar K puntos aleatorios como centroides iniciales

repetir

 Asignar cada elemento a su centroide más próximo

 Recalcular el centroide para cada cluster

hasta que los centroides no varían

En estos *clusters* tradicionales cada elemento se asigna de manera exclusiva a un solo grupo, sin ambigüedades ni solapamientos entre los conjuntos. Sin embargo, a diferencia de estos surgen los *cluster* difusos usados para abordar situaciones donde la pertenencia de un elemento a un grupo no es claramente exclusiva, de esta forma se permite ser parte de varios grupos. Este nuevo enfoque se obtiene haciendo uso de la lógica difusa introducida por Zadeh, representando la similitud entre un elemento y un grupo por una función de pertenencia que toma valores entre 0 y 1 [Yan93]. De forma gráfica se puede visualizar en la Figura 3.1, donde la figura (a) representa *clustering* tradicional con $K=2$ y la figura (b) representa *clustering* difuso con $K=2$ y los grados de pertenencia de algunos de los elementos. Se puede observar el potencial de este nuevo enfoque en el elemento de la parte central donde la pertenencia a ambos conjuntos está muy ajustada.

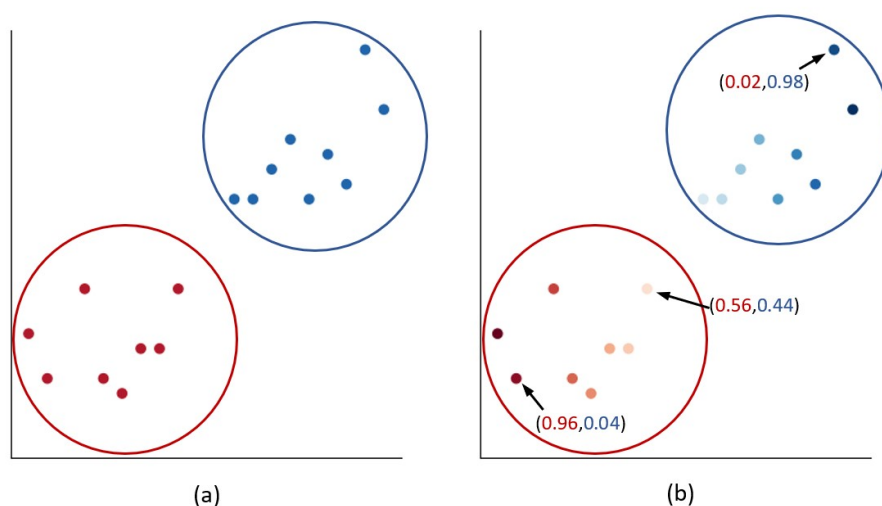


Figura 3.1: Diferencias entre *clustering* tradicional (a) y difuso (b).

Por otro lado, la siguiente técnica, reducción de dimensiones tiene como objetivo disminuir el número de variables o características en un conjunto de datos sin perder información

haciendo uso de métodos algebraicos y estadísticos. Este proceso es especialmente útil cuando se trabaja con conjuntos de datos de alta dimensionalidad.

La siguiente técnica dentro del aprendizaje no supervisado está representada por las reglas de asociación [LRU14]. Esta técnica tiene como objetivo descubrir relaciones significativas entre elementos y variables en conjuntos de datos grandes. Se basan en encontrar patrones frecuentes o correlaciones entre los valores específicos de las variables en el conjunto de datos. Para lograr su objetivo, se obtienen los conjuntos de ítems frecuentes que son combinaciones de elementos que aparecen juntos con mayor frecuencia de lo esperado, y se derivan reglas de asociación que describen las relaciones entre los distintos elementos [RS22].

Por último, la tercera división de ML es el **aprendizaje reforzado**. Esta técnica se centra en la interacción del entorno y aprende a tomar decisiones en base a las recompensas o penalizaciones. Esto hace que el agente aprende a través de la experimentación y la interacción con el entorno.

3.1.3 Ejemplos comerciales

La Inteligencia Artificial ha demostrado ser una herramienta valiosa para los comercios de todo el mundo. Grandes empresas como Amazon, Apple, Alphabet y Microsoft han adoptado esta tecnología en diversos aspectos de su negocio, desde mejorar la experiencia del cliente hasta optimizar las operaciones de almacenamiento y logística. Es importante destacar que estas empresas no solo han adoptado la IA para mejorar su negocio, sino que también son las que más ingresos por minuto generan en el primer cuatrimestre de 2021, según un informe de CNBC [HJ21].

Amazon ha sido una de las pioneras en la adopción de tecnologías de Inteligencia Artificial en su modelo de negocio. Una clave fundamental para el éxito de Amazon ha sido una estrategia llamada *flywheel* donde la IA ha sido una parte integral para impulsarlo. El *flywheel* es un ciclo virtuoso de retroalimentación positiva en el que las diferentes partes del negocio de Amazon, como la selección de productos, la experiencia del cliente, la logística y la tecnología, se retroalimentan y refuerzan entre sí para impulsar el crecimiento [Mor18].

La IA ha sido clave para optimizar cada etapa del *flywheel*, desde la personalización de recomendaciones de productos hasta la automatización de la logística y el análisis de datos de los clientes para mejorar la experiencia del usuario. En resumen, Amazon se basa en la premisa de que cuanto más se centra una empresa en mejorar la experiencia del cliente, más atractivo se vuelve su negocio para los compradores, lo que a su vez conduce a un crecimiento constante y sostenido. Por ello, un área en el que han dedicado más esfuerzo ha sido la personalización de las recomendaciones.

Amazon utiliza recomendaciones personalizadas como técnica de marketing para ayudar a mejorar las ventas y seguir satisfaciendo a los clientes anticipándose a sus necesidades. La idea es crear recomendaciones que se ajusten a lo que el usuario probablemente podría

comprar en un futuro, creando así un incentivo a comprar más artículos.

Por otra parte, Amazon hace uso de la tecnología *Big Data*, para obtener grandes volúmenes de datos y poder analizar sobre todo el comportamiento de compra de los clientes, los productos que los clientes añaden al carrito, los artículos vistos y los artículos más buscados.

Para construir ese motor de recomendaciones personalizadas, Amazon usa un modelo de filtrado colaborativo basado en el objeto (item-to-item). Con ese modelo busca recomendar productos que sean similares o relevantes. Además, el motor de recomendaciones también tiene en cuenta factores como la popularidad del producto o las reseñas de otros clientes que valoran el producto. Todas estas recomendaciones se hacen en tiempo real y de manera automatizada, lo que permite que Amazon ofrezca recomendaciones precisas y relevantes a cada usuario individualmente en cada momento [Har19] [SL17] [LSY03].

Por otro lado, Amazon también crea productos nuevos como Alexa con el que intentan incentivar a los usuarios a hacer compras por voz. Este tipo de compras no solo es más cómodo ya que no es necesario ni un solo clic en la pantalla, sino que también brinda a los usuarios recordatorios y recomendaciones sobre sus compras. El funcionamiento de los dispositivos Alexa empieza con una palabra de activación, posteriormente el usuario envía la solicitud a la nube. Una vez haya sido enviada, la nube verifica la palabra de activación y procesa la solicitud del usuario haciendo uso de diferentes algoritmos sobre NLP.

Otra área en la que la IA está presente en Amazon es en la cadena de suministro donde ayuda a optimizar almacenes e inventarios. El uso de la IA en esta área es predecir la demanda del consumidor, evaluar la disponibilidad del producto, optimizar las rutas de entrega para maximizar beneficios y minimizar tiempos, rastrear la cadena de suministro y personalizar las comunicaciones con el cliente. Esto hace que el proceso de entrega de un paquete sea más fácil y se ofrezca así una experiencia de compra satisfactoria a los usuarios [HJ22].

De esta forma, se puede observar cómo la IA se ha convertido en una herramienta clave para que estas empresas puedan mantener su posición en el mercado y seguir siendo competitivas frente a la creciente competencia.

3.2 Sistemas de recomendación

En el mundo digital actual, estamos bombardeados con información. El gran volumen de datos plantea una gran pregunta: cómo aprovechar esa información para proporcionar valor. El hecho de tener ese volumen de información se traduce en una gran cantidad de opciones, por lo que surge la necesidad de utilizar tecnologías que ayuden a la toma de decisiones.

En este contexto, los sistemas de recomendación se han convertido en una pieza fundamental [FKB22]. Estos sistemas utilizan la gran cantidad de datos disponibles para generar sugerencias a los usuarios basándose en sus intereses, preferencias o comportamientos pa-

sados. Estos sistemas se han vuelto omnipresentes en nuestra vida actual, estando presentes en plataformas de comercio electrónico o plataformas con películas, entre otros escenarios cotidianos. Haciendo así que los usuarios puedan tener una experiencia más relevante y personalizada.

Los sistemas de recomendación surgen alrededor de los años 90, en 1992 se introdujo un sistema de correo electrónico experimental haciendo uso del concepto de Filtrado Colaborativo, el proyecto fue llamado *Tapestry* [GNOT92]. Más adelante, en 1994 el grupo *GroupLens* presenta un sistema de filtrado de noticias automatizando las reglas del sistema *Tapestry* [RIS⁺94]. Posteriormente, el uso de Internet crece exponencialmente, por lo que se obtiene más información y se incluyen los sistemas de recomendación en distintas áreas.

Las recomendaciones de estos sistemas de recomendación aportan grandes beneficios tanto a los usuarios, que obtienen productos que podrían ser útiles para ellos, como para los proveedores, que pueden aumentar sus ingresos. Por otro lado, otra ventaja que ofrecen los sistemas de recomendación es una mayor fidelización por parte del cliente, ya que este obtiene lo que le es necesario. Además todo esto conlleva un aumento en el número de ventas y en la diversidad de estas. Los sistemas de recomendación siguen distintas fases observables en la figura 3.2 [IFO15]:

- **Recolección de información.** El sistema de recomendación construye un perfil de usuario en base a la información que recopila. Este perfil de usuario es útil para obtener una mayor precisión en las recomendaciones del sistema. Se puede obtener la información de distintas formas: retroalimentación explícita, implícita o híbrida [RRSK10].

En la retroalimentación explícita el usuario proporciona al sistema las valoraciones de los elementos, es decir, proporciona sus preferencias de manera directa. De esta forma, el sistema construye y mejora el modelo. El inconveniente principal, es la implicación directa del usuario, ya que puede darse la situación de no estar dispuesto a proporcionar la información solicitada o la información proporcionada no sea suficiente. Sin embargo, se obtienen datos más fiables y de mayor calidad respecto al usuario.

En la retroalimentación implícita, el sistema infiere automáticamente las preferencias del usuario. Esa inferencia se puede obtener en base a ciertas acciones realizadas por el usuario, como el historial de navegación o el tiempo transcurrido en una misma página observando un producto. De esta forma, se evita la interacción directa del usuario con el sistema. Sin embargo, es menos preciso.

En la retroalimentación híbrida se combinan la retroalimentación explícita e implícita. De esta forma se minimizan los puntos débiles de cada una de ellas y se obtiene un mayor rendimiento.

- **Aprendizaje.** Aplica distintos algoritmos de filtrado para obtener los mejores resultados en base a la información recopilada en la fase anterior. Los distintos tipos de

filtrado son filtrado colaborativo, filtrado basado en contenido, filtrado híbrido.

- **Predicción o recomendación.** Se obtiene el resultado de las dos fases anteriores, es decir, se obtiene la recomendación del usuario.

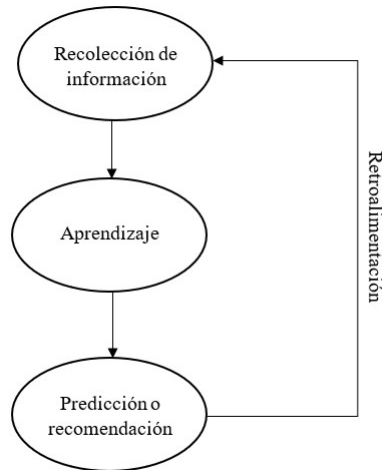


Figura 3.2: Fases del proceso de recomendación

Existen varios enfoques de recomendación dependiendo de las propiedades básicas. Los enfoques que se tratan en este documento son: filtrado basado en contenido, filtrado colaborativo y filtrado híbrido como se puede observar en la Figura 3.3 donde se puede distinguir los distintos enfoques [IFO15].

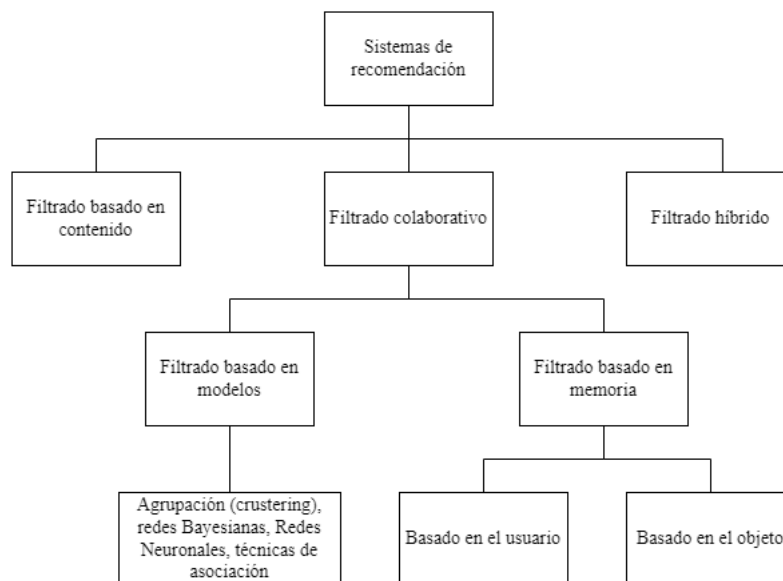


Figura 3.3: Enfoques de recomendación

3.2.1 Filtrado basado en contenido

Este enfoque se centra en las opiniones de un usuario, es decir, el sistema aprende a recomendar productos que son similares a los que le gustaron al usuario en el pasado [FJN⁺14]. Se basa en los intereses personales monótonos. Por ejemplo, si a un usuario le interesan los productos X, no suele cambiar su interés de un día para otro y puede que vuelva a estar interesado en un futuro.

El filtrado basado en contenido se basa principalmente en dos conjuntos de datos: i) el conjunto de usuarios y ii) un conjunto de categorías o palabras claves (*keywords*) de los productos. Estas *keywords* pueden estar asignadas o se pueden extraer de las descripciones de los productos. La similitud de los productos se calcula comparando las palabras clave de los productos que le han gustado al usuario, con el resto de los productos disponibles.

Este tipo de filtrado tiene algunas ventajas: los usuarios pueden obtener recomendaciones sin tener que compartir su perfil con otros usuarios, las recomendaciones se adaptan rápido a los cambios y puede dar explicaciones al usuario de cómo se generan estas recomendaciones de forma sencilla. Sin embargo, como desventaja, se necesita información lo suficientemente detallada del producto para organizar bien el perfil del usuario. Además se pueden obtener recomendaciones similares a los elementos que ya se han definido en sus perfiles.

3.2.2 Filtrado colaborativo

El filtrado colaborativo se basa en la promoción del *boca a boca*, es decir, la opinión de personas conocidas es un papel importante a la hora de tomar decisiones. En este enfoque, las recomendaciones se realizan en base a los productos que otros usuarios con unos gustos similares les han gustado [FJN⁺14]. Por lo que siguiendo la idea del *boca a boca*, las recomendaciones sobre los productos que no han sido valorados por el usuario, se obtienen teniendo en cuenta los usuarios con gustos similares, también llamados k-Nearest Neighbours (kNN).

Este filtrado, obtiene algunas ventajas sobre el filtrado basado en el contenido, ya que el filtrado colaborativo no necesita analizar el contenido de cada uno de los productos, que puede ser difícil. Además, el filtrado colaborativo, puede recomendar distintos productos que no tienen por qué estar en el perfil del usuario pero están relacionados con este. Sin embargo, también se describen varios problemas:

- **Comienzo frío o *cold-start*.** Se refiere a la situación en la que hay un nuevo usuario y no se sabe nada sobre sus preferencias, por lo que el sistema no realiza predicciones relevantes para ese usuario. De igual manera con un nuevo producto del que no se tienen valoraciones [DSD17].
- **Escasez de datos o *sparsity*.** Este problema es resultado de que solamente unos pocos elementos estén valorados por los usuarios. De esta manera, el sistema es incapaz de

encontrar vecinos más cercanos.

- **Escalabilidad.** En ocasiones cuando el número de productos aumenta, el sistema es incapaz de proporcionar buenas recomendaciones. Hay varios métodos para paliar este problema, uno de ellos es usar técnicas de reducción de dimensionalidad como *SVD* conocido como *Singular Value Decomposition*.
- **Sinonimia.** Varios productos pueden tener nombres distintos pero ser muy similares entre sí. En esos casos, el sistema de recomendación no puede hacer distinción entre ellos, por ello, se hace uso de diferentes técnicas para solucionarlo como *SVD*, *Singular Value Decomposition*, en especial, la Indexación Semántica Latente.

El filtrado colaborativo se puede dividir en dos categorías: basados en memoria y basados en modelos.

En el filtrado colaborativo basado en memoria, los productos que han sido previamente valorados por el usuario, son relevantes para obtener a sus vecinos más cercanos o NN. Una vez obtenidos, se pueden usar distintas técnicas para obtener la recomendación: basados en el usuario o basado en el objeto (ítem).

En la primera técnica, se calculan las similitudes entre usuarios comparando sus valoraciones o intereses en el mismo objeto. En la segunda técnica, se calculan las similitudes entre objetos. Para calcular las similitudes entre usuarios u objetos, se pueden usar varias formas entre ellas, la correlación de Pearson (Eq. 3.2), correlación de Spearman o la similitud del coseno (Eq. 3.1). Sin embargo, las más populares son la correlación de Pearson y la similitud del coseno [ERK11].

$$\text{similitud}(u, v) = \cos(\theta) = \frac{r_u \cdot r_v}{\|r_u\| \cdot \|r_v\|} = \frac{\sum_i r_{u,i} \cdot r_{v,i}}{\sqrt{\sum_i r_{u,i}^2} \cdot \sqrt{\sum_i r_{v,i}^2}} \quad (3.1)$$

La correlación de Pearson (Eq. 3.2), calcula la similitud entre dos usuarios, en este caso a y x . $r_{a,i}$ se corresponde con la valoración del usuario a al producto i y \bar{r}_a se refiere a la media del usuario a . Además, la predicción de un producto (Eq. 3.3), se obtiene mediante la combinación ponderada de los vecinos seleccionados, que se calcula como la desviación de la media de los vecinos. Varios estudios afirman que la correlación de Pearson obtiene mejores resultados [MS10].

$$\text{similitud}(U_a, U_x) = \frac{\sum_{i \in LU_c} (r_{a,i} - \bar{r}_a) \cdot (r_{x,i} - \bar{r}_x)}{\sqrt{\sum_{i \in LU_c} (r_{a,i} - \bar{r}_a)^2} \cdot \sqrt{\sum_{i \in LU_c} (r_{x,i} - \bar{r}_x)^2}} \quad (3.2)$$

$$\text{prediccion}(a, i) = \bar{r}_a + \frac{\sum_{i=1}^n (r_{u,i} - \bar{r}_u) \cdot \text{prediccion}(a, u)}{\sum_{i=1}^n \text{prediccion}(a, u)} \quad (3.3)$$

Por otro lado, en el filtrado colaborativo basado en modelos, existe la posibilidad de incluir

un modelo teniendo en cuenta las valoraciones anteriores para mejorar el sistema de recomendación haciendo uso de varios algoritmos como reglas de asociación, *clustering*, árboles de decisión, redes neuronales artificiales o redes bayesianas, entre otros.

3.2.3 Filtrado híbrido

El filtrado híbrido combina distintas técnicas de recomendación para obtener un sistema de recomendación sin las limitaciones que hemos visto anteriormente [IFO15]. La idea detrás de este enfoque es combinar varios algoritmos y así obtener una mayor efectividad. Hay distintas formas de combinar los algoritmos surgiendo los siguientes paradigmas: *weighted*, *switching*, *cascade*, *mixed*, *feature combination*, *feature-augmentation* y *meta-level* [Bur02] [IFO15].

En el primero de los mencionados, los sistemas híbridos de tipo *weighted*, se tienen varias técnicas y se obtienen las salidas de cada una de ellas. Posteriormente, se computa la predicción en base a los pesos fijados a cada una de las técnicas.

En el sistema híbrido de tipo *switching*, el sistema alterna entre las técnicas de recomendación dependiendo de la situación en la que se encuentre en cada momento.

En el sistema de tipo *cascade*, se presenta una estructura jerárquica y trabaja de manera secuencial, donde la salida del primer algoritmo se utiliza como entrada para el segundo y así sucesivamente. De esta manera se van resolviendo algunos pequeños problemas según se va avanzando en la secuencia del sistema.

En el sistema de tipo *mixed*, se utilizan distintos algoritmos de recomendación, los cuales generan listas de recomendaciones independientes y luego se combinan para producir la recomendación final. A diferencia del sistema híbrido de tipo *weighted*, en este tipo de sistema no se asignan unos pesos específicos a cada algoritmo. Este tipo de sistema es capaz de hacer un gran número de recomendaciones a la vez y ajustar los resultados parciales para obtener los mejores resultados.

En el sistema de tipo *feature-combination*, se incorporan características adicionales de distintos algoritmos. Esto permite capturar información diversa y mejorar la precisión de las recomendaciones.

En el sistema de tipo *feature-augmentation*, se emplea un modelo de recomendación contribuyente para generar una valoración o clasificación del perfil de usuario o del producto. Posteriormente, se utiliza en el sistema de recomendación principal para producir el resultado final.

En el sistema de tipo *meta-level*, se utilizan algoritmos de aprendizaje automático para aprender a combinar distintos algoritmos de recomendación. El sistema de recomendación aprende automáticamente qué algoritmo o combinación de algoritmos es el más efectivo, permitiendo así una adaptación dinámica y automática.

En el sistema de tipo *meta-level*, se utilizan algoritmos de aprendizaje automático para aprender a combinar diferentes algoritmos de recomendación. El sistema de recomendación aprende automáticamente qué algoritmo o combinación de algoritmos es el más efectivo. Esto permite una adaptación dinámica y automática del sistema de recomendación.

3.3 VR-Shopping

3.3.1 Introducción general

Las compras en línea se han convertido en el método predominante para acceder a una amplia gama de productos y encontrar las mejores ofertas, generando una gran competitividad entre los portales de compras online y limitaciones a la hora de innovar. Para superar estos desafíos, surgen nuevas tecnologías que se pueden integrar en el comercio electrónico, como la Realidad Virtual, además de la Inteligencia Artificial mencionada anteriormente.

La RV se define como una interfaz persona-ordenador avanzada que simula un entorno realista donde los participantes pueden moverse por el mundo virtual y verlo desde distintos ángulos e interactuar con él [ZCG98]. Los gráficos en 3D, el seguimiento de movimiento y los dispositivos de entrada especializados se combinan para proporcionar una experiencia inmersiva. Los usuarios pueden explorar y manipular objetos virtuales e incluso interactuar con personajes y entornos. Esta tecnología se basa en la inmersión y la interactividad, proporcionando a los usuarios una experiencia altamente realista y envolvente.

3.3.2 Tecnologías e impacto

La inmersión consiste en bloquear las distracciones y centrarse selectivamente solo en la información con la que se quiere interactuar. Por otro lado, interactividad se refiere a la capacidad de interactuar con los acontecimientos del mundo virtual. Los sistemas RV cuentan con tres características principales: i) respuesta a las acciones del usuario, ii) gráficos 3D en tiempo real y iii) la sensación de inmersión. Se utilizan distintos dispositivos para hacer uso de esta tecnología, entre ellos [VZ19]:

- *Head-mounted display (HMD)*. Esta tecnología utiliza una combinación de múltiples imágenes, distorsión óptica realista y lentes especiales para producir una imagen estereoscópica que los ojos humanos interpretan como si tuviera profundidad tridimensional. Un ejemplo son las conocidas *Oculus Rift* o *HTC Vive*.
- Hardware de *tracking* de movimiento. Incluye giroscopios, acelerómetros y componentes de bajo coste para obtener una percepción de que nuestro cuerpo se está moviendo y tener así la interacción con el entorno.
- Dispositivos de entrada nuevos como mandos de videojuegos y sensores de *tracking* de manos y cuerpo que sean capaces de reconocer movimiento y gestos.
- Plataformas de escritorio y móviles que hacen uso de los componentes del dispositivo para ejecutar las aplicaciones y herramientas de software.

3. ESTADO DEL ARTE

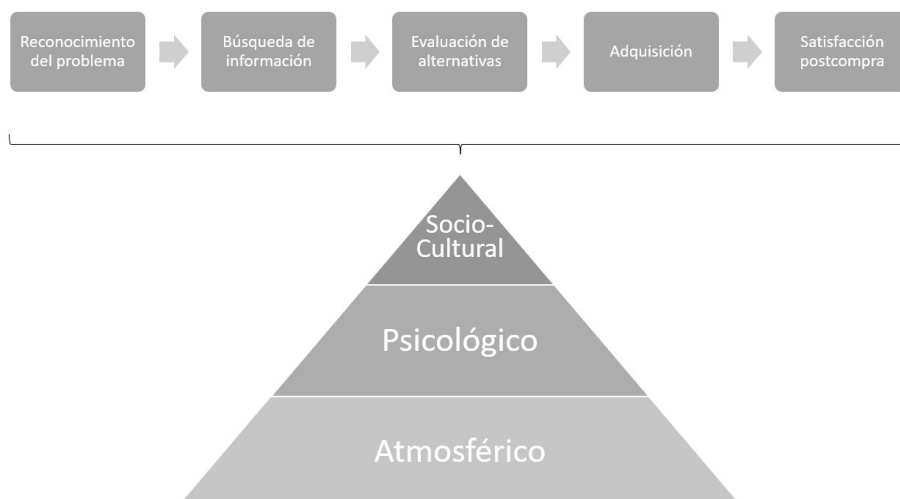


Figura 3.4: Proceso de toma de decisiones de compra

La RV tiene una presencia significativa en varios sectores, con ingresos estimados en 12.89 billones de dólares en 2023 y una proyección de alcanzar los 20.73 billones de dólares en 2027 [StaSf]. Algunos de los sectores en los que se ha implementado con éxito son la medicina, donde la RV permite realizar simulaciones de operaciones, y el cuidado de personas mayores, donde se utiliza para ejercicios de fisioterapia. Además, la RV se ha incorporado en el comercio electrónico, dando lugar a una nueva vertiente conocida como comercio virtual o *VR-Shopping*. En este de comercio electrónico, se crea un entorno virtual en lugar de una página web, lo que permite a los usuarios disfrutar de una experiencia de compra inmersiva y virtual, interactuando con productos y personalizando su experiencia de compra [SRAG21].

El proceso de toma de decisiones de compra se compone de 5 pasos coordinados por tres niveles de influencias como se muestra en la Figura 3.4. Primero el usuario identifica un problema (por ejemplo, tiene una zapatilla en mal estado) y evalúa las posibles soluciones disponibles. Después de identificar la solución más adecuada a sus necesidades, el cliente compra el artículo y posteriormente lo evalúa.

Sin embargo, el proceso de toma de decisiones no es solamente lógico y racional sino que tiene un factor emocional influenciado por tres factores principales: i) atmosféricos, ii) psicológicos y iii) socioculturales. Las influencias atmosféricas se refieren a los estímulos que percibimos por los sentidos, siendo la vista el más importante cobrando así la RV un papel importante a la hora de tomar decisiones ya que hace más atractivo un producto, además de permitir observar los detalles de este. El factor psicológico y sociocultural están más ligados a la IA dentro de un portal de comercio virtual, ya que esta se encarga de agrupar a los usuarios en distintos grupos con preferencias y comportamientos similares [EBMA⁺18].

Metodología

EN este capítulo se discutirá y justificará la metodología empleada para llevar a cabo el proyecto, así como la planificación seguida y los recursos utilizados durante el proyecto. En primer lugar, se explicará la metodología que permite desarrollar los objetivos fijados en el Capítulo 2. A continuación, se presentará detalladamente la planificación realizada, incluyendo las diferentes fases, plazos y actividades programadas. Por último, se describirán los recursos software y hardware empleados a lo largo del proyecto, detallando las herramientas, lenguajes de programación, *frameworks* y equipos utilizados.

4.1 Metodología de trabajo

Para abordar este proyecto, se ha decidido seguir una metodología basada en un desarrollo iterativo e incremental, ya que se adapta perfectamente al mismo. Es un tipo de metodología ágil en la cual el proyecto se divide en varias partes de menor tamaño, denominadas iteraciones, que se llevan a cabo en periodos de tiempo cortos [Alt08] [CR21].

Cada iteración sigue un proceso de trabajo similar al de las iteraciones anteriores centrándose en una funcionalidad específica del sistema. De esta forma, a medida que se integran estas iteraciones, el sistema final va tomando forma de manera gradual.

El enfoque iterativo e incremental se ha convertido en una metodología ampliamente utilizada y reconocida, ya que permite abordar los proyectos de manera progresiva y dividirlos en iteraciones, en lugar de seguir un enfoque lineal y completo desde el principio.

Entre las principales ventajas que esta metodología ofrece, se encuentran las siguientes [GI21]:

- No existe un riesgo global como puede existir en otras metodologías de desarrollo. Esto es debido a que se evita la dependencia de una planificación exhaustiva y rígida desde el inicio. Además, al estar dividido en iteraciones, cada una de ellas tiene un objetivo claro y se centra en un conjunto específico de funcionalidades. Esto reduce el alcance y los riesgos asociados a cada iteración.
- Se entrega valor en fases tempranas, es decir, al estar dividido en iteraciones, cada una de ellas puede producir resultados funcionales y tangibles. Esto permite que se pueda

4. METODOLOGÍA

realizar la validación de dichos resultados para detectar posibles mejoras o ajustes contribuyendo así a la calidad y éxito general del proyecto.

- Se adapta a las necesidades cambiantes del proyecto permitiendo adaptarse y ajustar el plan a medida que se obtiene retroalimentación y se realizan cambios en los requisitos o necesidades. Esto proporciona flexibilidad para abordar cambios y asegurarse de que el producto final cumpla los requisitos.

Cada iteración se convierte en un incremento para el sistema final, aunque no siempre es aditivo. Cada iteración se divide en las siguientes fases: planificación, requisitos, análisis y diseño, implementación, verificación o pruebas y evaluación como indica la Figura 4.1.

En la primera fase, planificación, se definen los objetivos del proyecto, mientras que en la fase de requisitos se identifican y establecen los requisitos necesarios para lograr dichos objetivos. A continuación en la de de análisis y diseño, se identifican las funcionalidades clave del sistema y se realiza un diseño en alto nivel de los componentes necesarios. Luego, en la fase de implementación, se implementa el sistema de acuerdo con los requisitos y el diseño establecidos. Posteriormente, en la fase de verificación, se somete al software a pruebas con el fin de detectar posibles errores que hayan surgido en las etapas anteriores. Y por último, en la fase de evaluación, se realiza una evaluación global del desarrollo del proyecto para conocer su estado actual y determinar si se cumplen con los objetivos establecidos.

Una vez completada una iteración, se pasa a la siguiente, repitiendo las mismas fases pero considerando los nuevos objetivos de la iteración correspondiente.

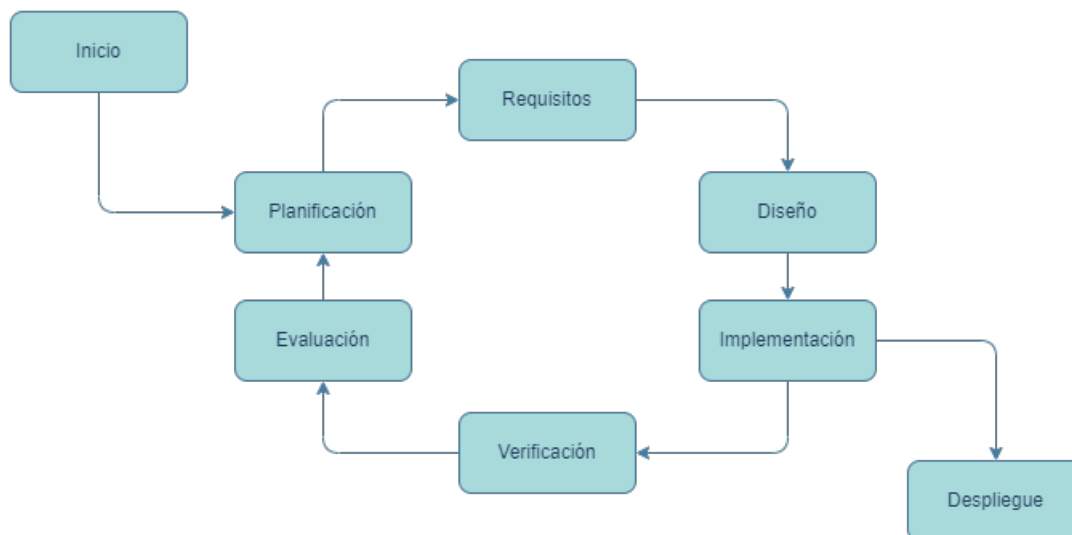


Figura 4.1: Fases del desarrollo iterativo e incremental [Fre].

4.2 Distribución de trabajo

Una vez seleccionada la metodología, se planifica cómo desarrollar los objetivos planteados en el Capítulo 2. Para llevar a cabo este desarrollo, se dividió el proyecto en varios hitos

donde en cada una de ellos se debía cumplir un objetivo específico.

Antes de empezar a realizar cada uno de los hitos, se realizó una búsqueda para comprobar el estado del arte de cada uno de las herramientas del sistema. Es decir, se realizó una búsqueda intensiva sobre comercio electrónico, sistemas de recomendación y sus distintas formas de presentación. Este hito no desarrolla un objetivo específico pero es necesario para la realización del desarrollo del sistema.

El orden en el que se abordaron los objetivos se determinó considerando las dependencias funcionales entre ellos representadas en el diagrama de Gantt de la Figura 4.2. Se estableció una secuencia que reflejara la necesidad de completar objetivos específicos antes de avanzar hacia los siguientes, con el fin de lograr los resultados deseados en el proyecto.

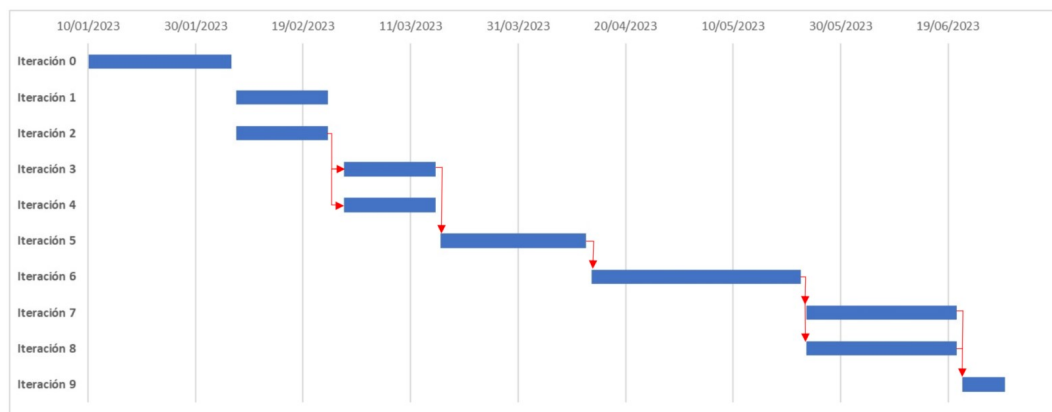


Figura 4.2: Diagrama Gantt del proyecto.

A continuación, se relacionan cada uno de los hitos a realizar con las distintas iteraciones en la Tabla 4.1 teniendo en cuenta las dependencias funcionales entre los objetivos.

Iteración	Objetivo Específico	Duración (días)
0	-	20
1	OE1	14
2	OE2	14
3	OE3	14
4	OE4	14
5	OE5	20
6	OE6	28
7	OE7	21
8	OE8	21
9	OE9	7

Tabla 4.1: Relaciones entre iteraciones y objetivos específicos.

4.3 Recursos

En esta sección, se presentan los recursos, tanto hardware como software, utilizados para el desarrollo del proyecto.

4.3.1 Recursos hardware

En esta subsección se van a especificar los recursos hardware utilizados para el desarrollo del proyecto. El recurso principal utilizado para el proyecto es el ordenador. Siendo este un ordenador portátil con las siguientes características principales representadas en la Tabla 4.2:

Sistema Operativo (SO)	Windows 11 Home
Modelo del ordenador	MSI Creator M16
Procesador	Intel®Core™i7-12700H
RAM	32 GB
Disco duro	1TB SSD
Tarjeta gráfica	NVIDIA GeForce RTX 3050 e Intel UHD

Tabla 4.2: Especificaciones del ordenador portátil utilizado en el proyecto.

4.3.2 Recursos software

En esta subsección se indican los medios software más relevantes empleados en el desarrollo del proyecto. Además, han sido clasificados por distintas categorías para poder agruparlos según su utilidad:

Sistema Operativo (SO)

- **Windows 11 Home.** Este SO fue usado a lo largo del proyecto debido a su compatibilidad con las herramientas y recursos necesarios para el desarrollo del sistema.

Herramientas de desarrollo

- **Git**¹. Git es un sistema de control de versiones utilizado para seguir los cambios en los archivos de código fuente y para coordinar el trabajo entre desarrolladores.
- **Visual Studio Code**². Visual Studio Code es un Entorno de Desarrollo Integrado (IDE) de código abierto y multiplataforma. Este IDE ha sido la herramienta principal durante todo el proceso de desarrollo del sistema.
- **PostgreSQL**³. PostgreSQL es un Sistema Gestor de Base de Datos (SGDB) de código abierto que permite almacenar, organizar y manipular grandes cantidades de datos de

¹<https://git-scm.com/>

²<https://code.visualstudio.com/>

³<https://www.postgresql.org/>

manera estructurada. PostgreSQL se utiliza en el proyecto para almacenar y recuperar información relevante. Esta elección se basa en su capacidad de escalabilidad, lo que significa que puede manejar grandes cantidades de datos y crecer junto con las necesidades del sistema, a la vez que ofrece un sólido soporte.

- **DBeaver**⁴. DBeaver es una herramienta de administración de bases de datos multiplataforma y de código abierto. Se utiliza en el proyecto para controlar y gestionar las bases de datos.

Lenguajes de programación

- **Python**. El lenguaje de programación utilizado en el desarrollo del proyecto es Python. Se optó por este lenguaje de programación debido a su versatilidad y amplia disponibilidad de bibliotecas y *frameworks*, lo que permitió un desarrollo eficiente y ágil.
- **HTML**. Se utilizó HTML para el prototipo web debido a su naturaleza estándar y su capacidad para definir la estructura y el contenido de las páginas web de manera clara y concisa.

Kits de desarrollo software y bibliotecas

En el desarrollo del proyecto, se aprovecharon diversos kits de desarrollo software y bibliotecas, entre ellos:

- **Pandas**⁵. Se ha utilizado para el manejo y análisis de datos, permitiendo realizar operaciones eficientes en estructuras de datos tabulares.
- **Geopy**. Se ha empleado para realizar operaciones relacionadas con la geolocalización como la distancia entre dos direcciones.
- **Scikit-Learn**⁶. Se ha empleado para implementar algoritmos de aprendizaje automático en el proyecto.
- **Skfuzzy**⁷. Ha sido empleado para la implementación de lógica difusa en el sistema, permitiendo realizar operaciones basadas en conjuntos difusos.
- **Psycopg2**⁸. Se ha puesto en práctica para establecer una conexión y realizar operaciones con la base de datos del proyecto, en este caso PostgreSQL.
- **Folium**⁹. Se ha utilizado para la representación de puntos en mapas y trazado de rutas.

⁴<https://dbeaver.io/>

⁵<https://pandas.pydata.org/>

⁶<https://scikit-learn.org/stable/>

⁷<https://scikit-fuzzy.github.io/scikit-fuzzy/>

⁸<https://www.psycopg.org/docs/>

⁹<https://python-visualization.github.io/folium/>

4. METODOLOGÍA

- **Flask**¹⁰ y sus extensiones. Se han utilizado en el proyecto para crear un prototipo de una aplicación web y realizar diversas tareas como la gestión de rutas, autenticación de usuarios y el trabajo con formularios.
- **SQLAlchemy**¹¹. Se eligió SQLAlchemy debido a su capacidad para proporcionar una abstracción de base de datos, utilizar SQL estándar, ofrecer un ORM eficiente, y brindar flexibilidad y escalabilidad al proyecto.
- **WTForms**¹². Se utilizó en el proyecto debido a su capacidad para simplificar la creación y validación de formularios web de manera eficiente.

Documentación

- **Overleaf**¹³. Overleaf es un editor colaborativo de $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ basado en la nube utilizado para escribir y guardar la documentación del proyecto.
- **draw.io**¹⁴. *draw.io* es una herramienta utilizada para el diseño de diagramas. Se ha elegido utilizar *draw.io* como herramienta de diseño y diagramación debido a su facilidad de uso, versatilidad y capacidad para crear diagramas y representaciones visuales de forma intuitiva.

¹⁰<https://flask.palletsprojects.com/en/2.3.x/>

¹¹<https://www.sqlalchemy.org/>

¹²<https://wtforms.readthedocs.io/en/3.0.x/>

¹³<https://www.overleaf.com/>

¹⁴<https://app.diagrams.net/>

Resultados

Los resultados obtenidos durante el desarrollo de este proyecto se especifican en este capítulo. Aquí se explica iteración a iteración los resultados del flujo de trabajo durante el desarrollo del proyecto. El código generado durante la realización de este TFG puede consultarse en <https://github.com/mga06/VR-Shopping> (ver Figura D.1 en el anexo D), todas las funciones que se mencionarán pueden encontrarse en él.

5.1 Iteración 0. Fase de puesta en común y estudio

En esta iteración inicial, se presenta el proyecto y se aseguró una comprensión común entre los miembros del equipo. En una primera reunión se aborda la arquitectura del portal, definiendo los componentes principales y las relaciones entre ellos. Se discute la arquitectura general del proyecto y se asignan las tareas correspondientes a cada miembro, se establecen las bases para el desarrollo que habría que realizarse en este TFG.

Además, se realiza un estudio exhaustivo del estado del arte para explorar las tecnologías y soluciones existentes en el campo en el que se va a desarrollar el proyecto. El objetivo era adquirir una visión integral de las prácticas actuales y las tendencias emergentes para guiar la toma de decisiones y la selección de enfoques apropiados en el desarrollo del proyecto.

Estas actividades proporcionaron una base sólida para el desarrollo posterior del proyecto, permitiendo tomar decisiones informadas y adoptar enfoques adecuados en cada etapa del proceso.

Se decide crear un prototipo del portal VR-ZOCO para su navegación a través de la web, que permita probar los desarrollos que se hagan en los módulos de capa “*AI-Based Reasoning Layer*” de la arquitectura propuesta (ver Cap.1, Sec. 1.3.5, Fig. 1.4).

5.2 Iteración 1. Módulo de gestión de usuarios

5.2.1 Planificación

En esta iteración, se pretende cumplir el primer objetivo específico (OE1) que consiste en diseñar y desarrollar un módulo para la gestión de usuarios del portal VR-Shopping.

El módulo se enfoca en crear una solución que permita la administración eficiente de los

5. RESULTADOS

usuarios que utilizan la plataforma, abarcando tareas como el registro de nuevos usuarios, el inicio de sesión de usuarios existentes y la gestión de perfiles. Este módulo es esencial para poder desarrollar los módulos de la arquitectura que están en la capa “*AI-Based Reasoning Layer*”.

Para la consecución de este objetivo y la realización de todos los trabajos de implementación se estiman que serán necesarias unas 56 horas.

5.2.2 Requisitos

Los requisitos que el sistema debe cumplir para terminar esta primera iteración son los siguientes:

Requisito 1. El sistema debe permitir registrar usuarios, almacenando la información relevante sobre ellos para el portal.

Requisito 2. El sistema debe contar con la funcionalidad de inicio de sesión que permita a los usuarios acceder a su perfil e información.

Requisito 3. El sistema debe permitir a los usuarios actualizar y gestionar su información de perfil.

Requisito 4. El sistema debe permitir la eliminación de usuarios registrados. Eliminando así toda la información relevante sobre ellos.

5.2.3 Análisis y diseño

En términos de análisis y diseño, es necesario crear una base de datos adecuada para almacenar que va necesitando los sistemas que se van a desarrollar. En esta iteración la información que hay que guardar es la que hace referencia a los usuarios del portal. En este caso se creará una tabla “Usuarios” para almacenar la información que se considera oportuna sobre los usuarios, que es el género, edad y ciudad. La tabla en la que se almacenarán estos datos es la que se muestra en la figura Figura 5.1.

Usuarios	
<i>id_usuario</i>	<i>Integer</i>
<i>edad</i>	<i>Integer</i>
<i>genero</i>	<i>String</i>
<i>ciudad</i>	<i>String</i>

Figura 5.1: Tabla *Usuarios*.

Además, de la tabla “Usuarios” en la capa de persistencia, se tendrá que desarrollar un prototipo web con formularios para satisfacer cada uno de los requisitos. Este prototipo web deberá permitir a los usuarios realizar todas las funcionalidades descritas en los requisitos del sistema. A través de una interfaz interactiva, disponible en el *mockup* de la Figura A.1

disponible en el anexo A, los usuarios pueden interactuar con las diversas funcionalidades. En la subfigura A.1a se puede observar el inicio de sesión de los usuarios, permitiendo también dirigirse al registro de estos correspondiente a la subfigura A.1b. Por otro lado, en la subfigura A.1c se muestra la información del usuario, además se permite actualizar los campos correspondientes a los usuarios y eliminar el usuario mediante el uso de los botones correspondientes.

5.2.4 Implementación

El primer paso en esta fase de implementación es crear la base de datos que se va a ir diseñando y desarrollando a lo largo de todo el proyecto. Después de evaluar diferentes opciones, se elige PostgreSQL por los siguientes motivos:

1. **Modelo de datos.** PostgreSQL es una base de datos relacional que ofrece un modelo de datos sólido y flexible. Permite definir tablas y establecer relaciones. Esto se alinea con los objetivos del proyecto, que incluyen la gestión de usuarios, locales comerciales, catálogo de productos y eventos.
2. **Escalabilidad.** PostgreSQL es conocido por su capacidad de escalabilidad ya que puede manejar grandes volúmenes de datos y soportar cargas de trabajo intensivas.
3. **Compatibilidad y herramientas.** PostgreSQL es compatible con varias herramientas de administración de bases de datos. Esto facilita la integración con otras tecnologías utilizadas en el proyecto.

Teniendo en cuenta estos aspectos, PostgreSQL se ha considerado como la opción más adecuada para la creación e implementación de la base de datos, brindando un sólido fundamento para el almacenamiento y gestión de los datos del proyecto.

Primero, se crea una tabla “Usuarios” en la base de datos para almacenar la información relevante de los usuarios. Esta tabla se diseña de acuerdo con los requisitos establecidos y se utiliza como estructura de almacenamiento para garantizar la integridad y la eficiencia de los datos.

La creación de la tabla se realiza mediante el uso de tecnologías de gestión de bases de datos. Se definen los campos necesarios para almacenar los atributos de los usuarios, como el identificador, la edad, el género y la ciudad, eligiendo como clave primaria el identificador.

Posteriormente, se crea la web, para ello se utiliza HTML, CSS y Python, y se empiezan a desarrollar las pantallas que tomarán los datos necesarios para dotar al módulo de la funcionalidad demandada.

Para cumplir el **requisito 1**, y en función del análisis y diseño realizado (ver *mockup* mostrado en la figura A.1a). En esta iteración se implementa una pantalla para el registro, tomando como base el *mockup* diseñado, no es posible mostrarla en esta iteración, ya que

5. RESULTADOS

es actualizada en posteriores iteraciones y su estado actual no corresponde con su apariencia en esta etapa. Además, se implementa la función *register_user()*, accesible en la ruta */register/user*. Esta función permite registrar usuarios al sistema. La función recibe los datos del formulario de registro y crea una instancia de Usuarios con la información proporcionada. Posteriormente se agrega y confirma la transacción en la base de datos para almacenar la información relevante recogida sobre el usuario.

Para cumplir el **requisito 2**, se crea la pantalla B.4 que puede verse consultarse en el anexo B, y se implementa la función *login()*, accesible en la ruta */login*. Esta función permite a los usuarios iniciar sesión en el portal VR-ZOCO. La función valida el formulario de inicio de sesión y verifica si el usuario existe en la base de datos, ya que al tratarse de un prototipo, para el inicio de sesión se necesita solamente un *id* válido. Si la autenticación es exitosa, se inicia la sesión del usuario. En caso de fallo se muestra un mensaje de error.

Para cumplir el **requisito 3**, se crea la pantalla que se mostrará en siguientes iteraciones ya que en fases posteriores se va a actualizar y no se puede mostrar en el estado en el que estaba en esta iteración (ver Iteración 6), y se implementa la función *account()*, accesible en la ruta */account*. Esta función permite a los usuarios actualizar su información de perfil. La pantalla consiste en un formulario para actualizar los campos relevantes, evitando cambiar campos que no se deberían alterar como, en este caso, el *id*. La función valida el formulario y guarda los cambios en la base de datos después de pulsar el botón.

Para cumplir el **requisito 4**, se modifica la pantalla del requisito anterior, añadiendo un botón para eliminar cuenta, la pantalla se mostrará en siguientes iteraciones debido a actualizaciones (ver Iteración 6). Se modifica también la función *account* para poder realizar ambas funcionalidades en una misma pantalla. De esta forma, se le permite al usuario eliminar su cuenta y toda la información relevante de la base de datos después de pulsar el botón.

5.2.5 Pruebas

Para verificar el correcto funcionamiento del módulo, se llevan a cabo pruebas unitarias para cada una de las funcionalidades. Estas pruebas permiten identificar posibles errores y garantizar que el módulo cumple con los requisitos establecidos.

Además, en esta fase se lleva a cabo una demostración del sistema a los tutores con el objetivo de identificar posibles fallos. Durante la demostración, se muestran las diferentes funcionalidades implementadas y se realizan pruebas para asegurar el correcto funcionamiento del sistema.

5.2.6 Evaluación

En la fase de evaluación, se programa una reunión con el equipo de desarrollo para presentar los avances alcanzados y discutir si las funcionalidades implementadas cumplen con los requisitos establecidos. Durante esta reunión, se revisan los requisitos y se verifican que

las funcionalidades implementadas abordarán adecuadamente cada uno de ellos. Se obtiene una opinión positiva sobre el trabajo realizado y se da el visto bueno para pasar a la siguiente iteración planificada (ver Cap. 4, Sec. 4.2).

5.3 Iteración 2. Módulo de gestión de locales

5.3.1 Planificación

Esta segunda iteración, se centra en el segundo objetivo específico (OE2), que implica el diseño y desarrollo de un módulo para la gestión de locales comerciales (empresas que venden en la web) y de negocios de ocio (que se recomendarán en los planes alternativos) en el portal VR-ZOCO. Este módulo tiene como finalidad facilitar la gestión de los locales presentes en la plataforma, permitiendo su registro y actualización.

Se estima que esta iteración tenga una duración de 56 horas, al requerir un trabajo similar al de la iteración 1.

5.3.2 Requisitos

Los requisitos que el módulo debe cumplir para terminar esta segunda iteración son los siguientes:

Requisito 1. El sistema debe permitir el registro de locales, tanto comerciales como de ocio, recopilando la información requerida para dar de alta a un comercio en el portal.

Requisito 2. El sistema debe permitir iniciar sesión a los locales adheridos al sistema.

Requisito 3. El sistema debe permitir a los locales actualizar y gestionar su información de perfil.

Requisito 4. El sistema debe permitir la eliminación de locales adheridos al sistema. Eliminando así toda la información relevante sobre ellos.

5.3.3 Análisis y diseño

En términos de análisis y diseño, se plantea la estructura y la organización de la información en la base de datos. En este caso, habrá que añadir a la base de datos una o dos tablas que contenga los campos necesarios para almacenar la información relevante de los locales.

Se debe hacer distinción entre local comercial y local de ocio para poder implementar las funcionalidades demandadas en la capa “*AI-Based Reasoning Layer*” de la arquitectura de VR-ZOCO. En caso de ser local comercial, se debe almacenar la información relevante sobre este: el nombre, ubicación y categoría; y en caso de ser local de ocio, se debe almacenar el nombre y ubicación. En la figura Figura 5.2 se muestran las tablas que formarán parte de la base de datos del portal VR-ZOCO referente a los locales en esta iteración.

Además, se crea un *mockup* para representar el diseño de la interfaz del prototipo web (ver Figura A.2 en el anexo A). En esta iteración, se añade un campo de selección para especificar

5. RESULTADOS

Locales Comerciales	
<i>id_tienda</i>	Integer
<i>nombre</i>	String
<i>ubicación</i>	String
<i>categoría</i>	String

Locales Ocio	
<i>id_lugar</i>	Integer
<i>nombre</i>	String
<i>ubicación</i>	String

Figura 5.2: Tablas Locales comerciales y Locales de ocio.

qué tipo de cliente quiere iniciar sesión (bien un usuario o bien un local comercial o de ocio) como se puede observar en la subfigura A.2a. Una vez seleccionado el tipo de cliente, el diseño es igual que en la subfigura A.1b pero con los campos correspondientes para cada tipo de cliente. De la misma manera para el registro de las cuentas plasmado en la subfigura A.2b. Para la representación de la información sobre los locales comerciales y de ocio se sigue el mismo diseño que el representado en la subfigura A.1c.

5.3.4 Implementación

Durante la fase de implementación del sistema, se crean dos tablas en la base de datos para almacenar la información relevante de los locales comerciales y de ocio. Estas tablas se diseñan de acuerdo con los requisitos establecidos y se utilizan como estructura de almacenamiento para garantizar la integridad y la eficiencia de los datos.

La creación de las tablas se realizan de forma similar a la iteración anterior. Se definen los campos necesarios para almacenar los atributos de los locales comerciales, como el identificador, el nombre, la ubicación y la categoría. Por otro lado, se definen los campos necesarios para almacenar los atributos de los locales de ocio, como el identificador, el nombre y la ubicación, eligiendo como clave primaria el identificador.

Para cumplir el **requisito 1** se crean las pantallas que permiten recoger los datos requeridos por las funcionalidades y se implementan dos funciones diferentes: (i) *register_tienda()* y (ii) *register_ocio()*.

La función *register_tienda()* se encuentra en la ruta */register/tienda*. Esta función permite el registro de locales comerciales al sistema. Se valida el formulario de registro que recoge los datos referentes al identificador, nombre, categoría y dirección de la tienda (ver pantalla B.13 en el anexo B). Posteriormente se crea una instancia y se agrega a la tabla “Locales Comerciales” y confirma la transacción en la base de datos para almacenar la información relevante del local comercial.

Por otro lado, la función *register_ocio()* accesible en la ruta */register/ocio*, permite el registro de locales de ocio al sistema. De igual manera, se valida el formulario que recoge los datos relevantes, en este caso, el identificador, nombre y dirección del local de ocio (ver pantalla B.12 en el anexo B). Posteriormente se crea una instancia y se agrega a la tabla “Locales de ocio” y se confirma la transacción en la base de datos para almacenar la información

relevante del local de ocio.

Para cumplir el **requisito 2** se extiende la función *login* en la ruta */login* explicada previamente en la Iteración 1. Para ello, se añade un campo más al formulario (ver pantalla B.5 disponible en el anexo B). El campo nuevo permite una selección para que los usuarios puedan elegir qué tipo de cliente del portal son: usuario, local comercial o local de ocio. De esta manera, se recibe la información y se verifica si existe en la tabla correspondiente. En caso afirmativo, se inicia sesión con el tipo de cliente ya sea local comercial (ver pantalla B.17 en anexo B) o local de ocio (ver pantalla B.18 disponible en el anexo B).

Para cumplir el **requisito 3** se extiende la función *account()* en la ruta */account* de la Iteración 1. De la misma forma, se pide una selección para especificar el tipo de cliente en el sistema. Sin embargo, a diferencia del anterior requisito, en este se crea un formulario nuevo para cada uno de los clientes, ya que cada uno de ellos proporciona información distinta. Se valida cada uno de estos formularios y se guardan los cambios una vez el botón haya sido pulsado. El formulario para obtener la información sobre los locales comerciales se muestra en la pantalla B.7 y la información sobre los locales de ocio se muestra en la pantalla B.6, ambas pantallas están disponibles para su consulta en el anexo B

Para cumplir el **requisito 4** se extiende la función *account()* en la ruta */account* de la Iteración 1 para realizar tanto la funcionalidad del requisito 3 como la de este requisito en la misma pantalla. Además, como en el anterior requisito, se pide una selección previa para conocer el tipo de cliente del portal. De esta forma se permite eliminar tanto los datos referidos a los locales comerciales como a los locales de ocio dependiendo de la selección después de pulsar el botón correspondiente.

5.3.5 Pruebas

Durante la fase de verificación del módulo, se realizan pruebas para cada una de las funcionalidades implementadas. Estas pruebas tienen como objetivo identificar errores o fallos en el sistema y asegurarse que cumple con los requisitos establecidos.

Además de las pruebas unitarias, se lleva a cabo una demostración del sistema a los tutores. Durante esta demostración, se presentan las diferentes funcionalidades implementadas y se realizan pruebas en tiempo real para verificar el correcto funcionamiento del sistema. El objetivo principal de esta demostración es identificar posibles fallos o áreas de mejora en el sistema. Para esta demostración, se utiliza la misma sesión que para la Iteración 1.

5.3.6 Evaluación

Durante la fase de evaluación, se lleva a cabo una reunión con el equipo de desarrollo para presentar y analizar los avances alcanzados hasta el momento. El objetivo principal de esta reunión es revisar los requisitos establecidos y verificar si las funcionalidades implementadas cumplen con dichos requisitos de manera adecuada. De igual manera, se utiliza la misma

5. RESULTADOS

reunión que para la Iteración 1.

Los tutores dan el visto bueno al trabajo realizado y autorizan a continuar con el trabajo planificado en la iteración 3 (ver Cap. 4, Sec. 4.2).

5.4 Iteración 3. Módulo de gestión de catálogo de productos

5.4.1 Planificación

Esta iteración, se centra en el tercer objetivo específico (OE3) (ver Cap. 2, Sec. 2.2), enfocado en el diseño y desarrollo de un módulo que permita la gestión del catálogo de productos en venta asociándolos a locales del portal VR-ZOCO.

Conforme a la planificación realizada en el capítulo 4, concretamente en la sección 4.2 se estima que el trabajo que requiere esta iteración es de 56 horas, al suponer un trabajo similar al de las anteriores iteraciones.

5.4.2 Requisitos

Los requisitos que el sistema debe cumplir para terminar esta tercera iteración son los siguientes:

Requisito 1. El sistema debe permitir registrar productos, almacenando la información relevante sobre ellos para el portal. A la hora de registrar productos, se debe asociar con un local comercial o varios de la plataforma.

Requisito 2. El sistema debe permitir acceder a la información sobre los productos adheridos al portal.

Requisito 3. El sistema debe permitir actualizar la información sobre los productos a los usuarios autorizados.

Requisito 4. El sistema debe permitir la eliminación de productos registrados a los usuarios autorizados.

5.4.3 Análisis y diseño

En cuanto a análisis y diseño, es fundamental establecer una estructura de base de datos que permita almacenar la información relevante de los productos, en este caso, categoría y precio. Además, se debe considerar la capacidad de asociar cada producto con la tienda o tiendas pertinentes. Por ello se tienen que crear relaciones entre las distintas tablas sobre productos y locales comerciales, como se puede observar en la Figura 5.3.

Además, se proporciona el diseño de un *mockup* para el prototipo web (ver Figura A.3 en el anexo A). En la subfigura A.3a se proporciona una interfaz interactiva que permite agregar productos al sistema recogiendo los datos relevantes sobre dicho producto. En la subfigura A.3b se puede observar una representación visual de los productos junto a su información relevante, además de editar los campos correspondientes y poder eliminar un producto. Y

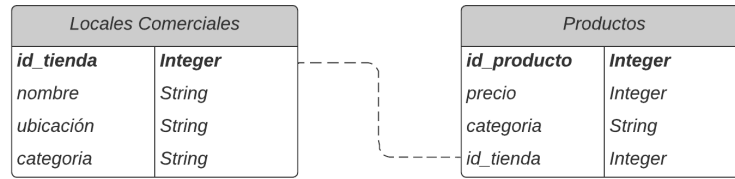


Figura 5.3: Diagrama de relación-entidad asociando productos y locales comerciales.

por último, en la subfigura A.3c se muestra una representación visual de todos los productos disponibles en el portal, añadiendo como nueva funcionalidad: la posibilidad de realizar un filtrado en base a las categorías de los productos.

5.4.4 Implementación

Durante la fase de implementación del sistema, se crea una tabla en la base de datos para almacenar la información relevante de los productos. Esta tabla se diseña de acuerdo con los requisitos establecidos y se utiliza como estructura de almacenamiento para garantizar la integridad y la eficiencia de los datos.

La creación de la tabla “Productos” se realiza mediante el uso de tecnologías de gestión de bases de datos. Se definen los campos necesarios para almacenar los atributos de los productos, como el identificador, el precio, la categoría y la asociación con una tienda, eligiendo como clave primaria el identificador. Además, se establece la relación adecuada con la tabla correspondiente a los locales comerciales, haciendo uso de una clave foránea que hace referencia a la clave primaria de la tabla de locales comerciales.

Para cumplir el **requisito 1** se implementa la función `add_product()` en la ruta `/add_product` para permitir añadir productos al portal (ver pantalla B.2 en el anexo B). Esta función recibe los datos del formulario de registro de productos y crea una instancia de la clase `Productos` con la información proporcionada, en este caso: `id_producto`, `precio` y `categoría`.

El atributo `id_tienda` se rellena automáticamente ya que esta funcionalidad es exclusiva para los locales comerciales del portal. Posteriormente, se agrega y confirma la transacción en la base de datos para almacenar la información relevante sobre el producto.

Para cumplir el **requisito 2**, se crean distintas funciones para poder consultar la información de distintas formas: (i) `select_products()`, (ii) `select_products_id()` y (iii) `misProductos()`.

La función `select_products()` situada en la ruta `/select_products`, recupera todos los productos de la base de datos y los muestra en pantalla (ver pantalla B.10 en el anexo B). Además, se añade una funcionalidad adicional que permite filtrar los productos por categoría. Para ello, se implementa la función `filter()` en la ruta `/filter/<categoria>`. Cuando se accede a esta ruta con una categoría específica como parámetro, la función recupera todos

5. RESULTADOS

los productos de dicha categoría de la base de datos.

La segunda función, denominada *select_products_id()*, se encuentra asociada a la ruta */select_products/<int:product_id>*. Esta función recibe como parámetro el identificador de un producto en específico y recupera la información correspondiente a dicho producto de la base de datos para mostrarlo en pantalla al usuario. Dicha pantalla se implementa tomando como base el *mockup* diseñado, no es posible mostrarla en esta iteración, ya que se actualiza en iteraciones posteriores y su estado actual no corresponde con su apariencia en esta etapa (ver Iteración 5).

Por otro lado, la tercera función, llamada *misProductos()*, se encuentra implementada en la ruta */misProductos*. Esta función se encarga de mostrar los productos asociados a la tienda correspondiente que haya iniciado sesión, ya que esta función está limitada a los locales comerciales del portal VR-ZOCO. La pantalla correspondiente a este requisito se implementa siguiendo el *mockup* diseñado, pero se actualiza en el requisito posterior, por lo que el estado de la pantalla se mostrará más adelante.

Para cumplir el **requisito 3**, se crea la función *guardar_cambios_producto(producto_id)* en la ruta */misProductos/<int:producto_id>*. Esta función recibe los datos actualizados del formulario de edición de productos y busca el producto correspondiente en la base de datos para poder aplicar los cambios correspondientes. Posteriormente, se actualiza la información y se confirma la transacción en la base de datos. La pantalla correspondiente a este requisito, se diseña siguiendo el *mockup* diseñado, pero puesto que en el siguiente requisito se actualiza, no puede mostrarse aquí, ya que el estado actual no corresponde con la apariencia en este requisito.

Para cumplir el **requisito 4**, se crea la función *eliminar_producto(producto_id)* en la ruta */misProductos/delete/<int:producto_id>*. Esta función busca el producto correspondiente en la base de datos teniendo en cuenta el identificador pasado como argumento y posteriormente se elimina el registro del producto en la base de datos (ver pantalla B.20 en el anexo B).

5.4.5 Pruebas

Durante la etapa de validación del módulo, se llevan a cabo diversas pruebas para cada una de las funcionalidades implementadas. Estas pruebas se diseñan con el propósito de detectar cualquier error o anomalía en el sistema, asegurándose de que se cumple con los requisitos establecidos.

Además de las pruebas, se lleva a cabo una presentación del sistema ante los tutores como parte de la validación. Durante esta sesión de presentación, se muestran las distintas funcionalidades implementadas, realizando pruebas en tiempo real para verificar el correcto funcionamiento del sistema en situaciones prácticas. El objetivo principal de esta presentación es identificar posibles fallos o áreas de mejora en el sistema.

5.4.6 Evaluación

En la fase de evaluación, se organiza una sesión de trabajo en la que se presentaron y analizan los progresos logrados hasta la fecha con el equipo de desarrollo. El propósito fundamental de esta reunión consiste en revisar detenidamente los requisitos previamente establecidos y verificar si las funcionalidades implementadas satisfacen de manera adecuada dichos requisitos.

Los tutores después de la demostración muestran su conformidad con el trabajo realizado y autorizan a la autora de este TFG a continuar con el trabajo planificado en la iteración 4 (ver Cap. 4, Sec. 4.2).

5.5 Iteración 4. Módulo de gestión de eventos

5.5.1 Planificación

Esta iteración se enfoca en cumplir el cuarto objetivo específico (OE4), centrado en el diseño y desarrollo de un módulo para la gestión de eventos relacionados con el ocio en la plataforma de VR-Shopping. Este módulo tiene como propósito facilitar la administración de eventos y su integración como parte de los planes de ocio ofrecidos en la plataforma.

Conforme a la planificación realizada en el capítulo 4, concretamente en la sección 4.2 se estima que el trabajo que requiere esta iteración es de 56 horas, al suponer un trabajo similar al de las anteriores iteraciones.

5.5.2 Requisitos

Los requisitos que el sistema debe cumplir para terminar esta cuarta iteración son los siguientes:

Requisito 1. El sistema debe permitir registrar eventos, almacenando la información relevante sobre ellos para el portal. A la hora de registrar eventos, se debe asociar con un local de ocio de la plataforma.

Requisito 2. El sistema debe permitir acceder a la información sobre los eventos adheridos al portal.

Requisito 3. El sistema debe permitir actualizar la información sobre los eventos a los usuarios autorizados.

Requisito 4. El sistema debe permitir la eliminación de eventos registrados a los usuarios autorizados.

5.5.3 Análisis y diseño

En cuanto a análisis y diseño, es fundamental establecer una estructura de base de datos que permita almacenar la información relevante de los eventos, en este caso, el identificador, nombre, fecha, categoría, hora y duración. Además, se debe considerar la capacidad de

5. RESULTADOS

asociar cada evento con el local de ocio correspondiente. Por ello se tienen que crear relaciones entre las distintas tablas sobre eventos y locales de ocio, como se puede observar en la Figura 5.4.

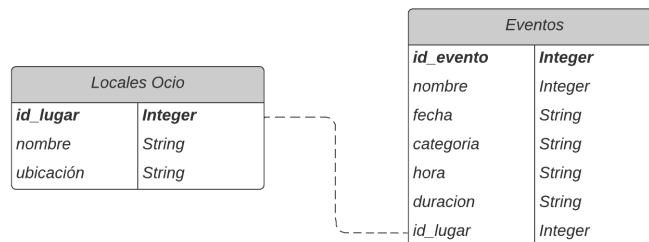


Figura 5.4: Diagrama de relación-entidad asociando eventos y locales de ocio.

Además, se realiza el diseño de un *mockup* para el prototipo web. La interfaz de usuario sigue el mismo diseño que la Iteración 3, el cual se puede observar en la Figura A.3 disponible en el anexo A del documento. Sin embargo, en lugar de representar productos, esta vez se enfoca en los eventos asociados al sistema. Este *mockup* incluye varias figuras que permiten agregar, visualizar, editar y eliminar eventos.

5.5.4 Implementación

De la misma manera que en iteraciones anteriores, se crea una tabla en la base de datos para almacenar la información relevante de los eventos, será la tabla “Eventos”. Esta tabla se diseña de acuerdo con los requisitos establecidos y se utiliza como estructura de almacenamiento para garantizar la integridad y la eficiencia de los datos.

La creación de la tabla “Eventos”, se realiza mediante el uso de tecnologías de gestión de bases de datos. Se definen los campos necesarios para almacenar los atributos de los eventos, como el identificador, el nombre, la fecha, la categoría, la hora, la duración y la asociación con un local de ocio. Dicha asociación se realiza haciendo uso de una clave foránea que hace referencia a la clave primaria de la tabla “Locales de ocio”.

Para cumplir el **requisito 1**, se implementa la función *add_event()* en la ruta */add_event*. Esta función verifica que el usuario del portal sea un local de ocio, ya que esta funcionalidad está restringida para ellos. Posteriormente, muestra un formulario para registrar un nuevo evento (ver pantalla B.1 en el anexo B). Una vez completado el formulario, se crea una instancia de Eventos con los datos proporcionados y se agrega a la base de datos.

Para cumplir el **requisito 2**, se implementa la función *misEventos()* en la ruta */misEventos*. Esta función se encarga de mostrar los eventos asociados al local de ocio correspondiente con el que se haya iniciado sesión, ya que esta funcionalidad también está limitada a locales de ocio del portal. La pantalla asociada a este requisito se implementa tomando como base el *mockup* diseñado, no es posible mostrarla en este requisito, ya que se actualiza en requisitos posteriores y su estado actual no corresponde con su apariencia en esta etapa.

Para cumplir el **requisito 3**, se implementa la función *guardar_cambios_evento(id_evento)* en la ruta */misEventos/<int:id_evento>*. Esta función verifica que el usuario del portal sea un local de ocio y recupera el correspondiente identificador del mismo. A continuación, se actualizan los campos del evento enviados desde el formulario de edición. De igual manera que con el requisito anterior, la pantalla no se puede mostrar, ya que su estado actual no corresponde con su apariencia debido a actualizaciones posteriores. Después, se actualiza la información y se confirma la transacción en la base de datos.

Para cumplir el **requisito 4**, se implementa la función *eliminar_evento(id_evento)* en la ruta */misEventos/delete/<int:id_evento>*. Al igual que en las funciones anteriores, esta función verifica que el usuario del portal sea un local de ocio. Posteriormente, la función busca el evento en la base de datos teniendo en cuenta el identificador pasado como argumento y elimina el registro de dicho evento en la base de datos (ver pantalla B.21 en el anexo B).

5.5.5 Pruebas

Durante la etapa de validación del módulo, se realizan pruebas para cada una de las funcionalidades implementadas. Estas pruebas como siempre tienen el objetivo principal identificar posibles errores en el sistema y pretenden garantizar que se ha cumplido con los requisitos establecidos de manera efectiva.

Además de las pruebas, se lleva a cabo otra presentación a los tutores para identificar posibles fallos o áreas de mejora en el sistema. Durante dicha presentación se exhiben las diversas funcionalidades implementadas, realizando pruebas en tiempo real para verificar el correcto funcionamiento del sistema en situaciones prácticas. El propósito principal de esta presentación es identificar posibles fallos o áreas de mejora en el sistema.

5.5.6 Evaluación

De manera análoga a las iteraciones anteriores, durante la fase de evaluación, se organiza una reunión de trabajo con el equipo de desarrollo para presentar y analizar los avances logrados hasta la fecha. En esta reunión se examinan detalladamente los requisitos establecidos en esta iteración para satisfacer el objetivo específico OE4 y se evalúa si las funcionalidades implementadas cumplen adecuadamente con dichos requisitos.

Los tutores muestran su satisfacción con el trabajo realizado y autorizan a continuar con el trabajo planificado en la siguiente iteración (ver Cap. 4, Sec. 4.2).

5.6 Iteración 5. Módulo de registro de datos para recomendaciones

5.6.1 Planificación

Esta iteración se centra en el quinto objetivo específico (OE5), que consiste en el diseño y desarrollo de módulos que registren para cada usuario los datos esenciales para la generación de recomendaciones personalizadas en la plataforma de VR-Shopping.

5. RESULTADOS

Aunque estos datos también se recibirán del entorno de realidad virtual, en este trabajo toman especial relevancia los datos que se generan durante la interacción que ocurre a través de la navegación del usuario en el portal y su comportamiento como comprador.

Para la consecución de este objetivo y la realización de todos los trabajos de implementación se estiman que serán necesarias unas 80 horas.

5.6.2 Requisitos

Los requisitos que el sistema debe cumplir para terminar esta quinta iteración son los siguientes:

Requisito 1. El sistema debe permitir a los usuarios nuevos agregar y almacenar datos sobre sus preferencias de productos.

Requisito 2. El sistema debe capturar datos sobre las interacciones que el usuario genera al interactuar con el sistema. Dichas interacciones incluyen visitar un producto o incluirlo en el carrito de compra.

Requisito 3. El sistema debe recopilar las distintas compras realizadas por los usuarios.

5.6.3 Análisis y diseño

En cuanto a análisis y diseño, es fundamental establecer una estructura de base de datos que permita almacenar la información relevante sobre las preferencias, en este caso, el valor numérico de interés sobre cada una de las categorías existentes. Además, también es fundamental establecer la estructura de base de datos para almacenar las distintas interacciones del usuario con el sistema, recogiendo el identificador del usuario, el identificador del producto, el identificador del local comercial, la fecha y el tipo (vista o inclusión en el carrito para su compra). Por último, también es necesario establecer la estructura de base de datos para almacenar las distintas compras realizadas por el usuario recogiendo el identificador del usuario, el identificador del producto, el identificador del local comercial, la fecha y *rating* sobre la compra.

Todas las estructuras necesarias se pueden ver representadas en la Figura 5.5.

Por un lado, se diseña un *mockup* para el carrito de la compra presentado en la Figura A.4b del anexo A. Por otro lado, se desarrolla otro *mockup* para el prototipo web que amplía el diseño presentado en la subfigura A.3c del anexo A. Este nuevo diseño permite visualizar más información sobre el producto y ofrece la opción de agregar el producto al carrito de compras, ambas mediante un enlace en la interfaz como se puede observar en la Figura A.4a disponible en el anexo A.

5.6.4 Implementación

Durante la fase de implementación del sistema, se crean las tablas en la base de datos para almacenar la información relevante sobre las preferencias, interacciones y compras del

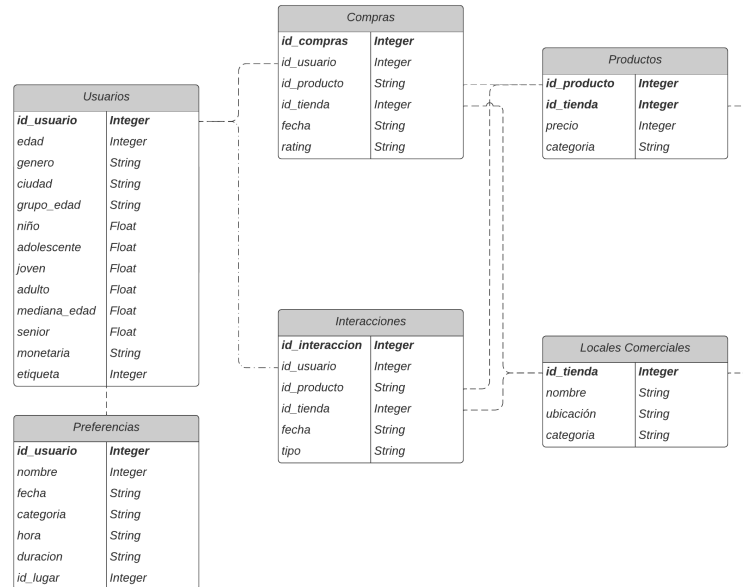


Figura 5.5: Diagrama de relación-entidad asociando las nuevas tablas de preferencias e interacciones.

usuario, se denominarán “Preferencias”, “Interacciones” y “Compras” respectivamente. Estas tablas se diseñan de acuerdo con los requisitos establecidos y se utilizan como estructura de almacenamiento para garantizar la integridad y la eficiencia de los datos.

La creación de las tablas se realiza mediante el uso de tecnologías de gestión de bases de datos. Se definen los campos necesarios para almacenar los atributos de las preferencias del usuario, como el identificador del usuario, belleza, cultura, deportes, hogar, moda y tecnología. Se elige como clave primaria el identificador del usuario, además de ser una clave foránea que hace referencia a la clave primaria de la tabla “Usuarios”.

Por otro lado, se definen los campos necesarios para almacenar los atributos de las interacciones, como el identificador de la interacción, el identificador del usuario, el identificador del producto, el identificador del local comercial, la fecha y el tipo: vista o inclusión en carrito. Definiendo como clave primaria el identificador de la interacción y como claves foráneas: (i) identificador del usuario que hace referencia a la clave primaria de la tabla “Usuarios”; (ii) el identificador del producto que hace referencia a la clave primaria de la tabla “Productos”; y (iii) el identificador del local comercial que hace referencia a la clave primaria de la tabla de “Locales Comerciales”.

Por último, se definen los campos necesarios para almacenar los atributos de las compras, como el identificador de la compra, el identificador del usuario, el identificador del producto, el identificador del local comercial, la fecha y *rating*, eligiendo como clave primaria el identificador de la compra y como claves foráneas las mismas que para la tabla “Interacciones”.

5. RESULTADOS

Para cumplir el **requisito 1**, se implementan una serie de funciones que permiten a los usuarios nuevos agregar y almacenar sus preferencias de productos.

En primer lugar, se encuentra la función *register_user()*, la cual se encarga del proceso de registro de un nuevo usuario en el sistema como se explicó en la Iteración 1. Al acceder a la página de registro, aparece un formulario con los datos que ya se recogían, además de un *checkbox* para que el usuario pueda indicar si quiere dar a conocer sus preferencias sobre los productos. Después se valida y guarda la información relativa al usuario y se verifica si el *checkbox* está marcado (ver pantalla B.14 en el anexo B). En caso afirmativo, se redirige a una página para que el usuario pueda seleccionar y registrar sus preferencias (ver pantalla B.15 disponible en el anexo B).

La función *user_preferences(id_usuario)* es la que se encarga de la página sobre las preferencias del usuario. Esta permite procesar la selección de preferencias del usuario y llama a la tercera función involucrada para cumplir este requisito, *add_preferences(preferences, id_usuario)*.

Esta última función recibe las preferencias y el identificador del usuario como parámetros y normaliza las preferencias dividiendo cada valor por la suma de la fila correspondiente, lo que asegura que se encuentran en un rango de 0 a 1 y sean comparables entre sí. Posteriormente, se crea una instancia de Preferencias y se confirma la transacción para poder almacenar las preferencias del usuario en la base de datos.

Para cumplir el **requisito 2**, se implementan funciones que capturan y registran las interacciones generadas por el usuario al interactuar con el sistema. Cabe recalcar que se tienen dos interacciones distintas con el portal: vista y manipulación.

Para la interacción de vista de un producto, se utiliza la función *select_products_id(product_id)*. Esta función se explicó con más detalle en la Iteración 3. Sin embargo, para cumplir con este requisito se crea una instancia de Interacciones con la fecha actual, el identificador del usuario, el identificador del producto, el identificador de la interacción y el tipo de interacción (vista). Posteriormente, se registra la interacción en la base de datos (ver pantalla B.19 en el anexo B).

En el caso de manipulación, se crea una nueva figura, el carrito (ver pantalla B.3 en el anexo B). Para controlarlo se emplean las funciones *cart()* en la ruta */cart*, *addToCart(product_id)* en la ruta */addToCart/<int:product_id>* y *removeCart(product_id)* en la ruta */removeFromCart/<int:product_id>*. La función *cart()* muestra los productos en el carrito del usuario y calcula el subtotal de los productos seleccionados. La función *addToCart(product_id)* se ejecuta cuando un usuario añade un producto al carrito. Se agrega el identificador del producto seleccionado al carrito almacenado en la sesión y se registra una nueva interacción de inclusión de producto en carrito en la tabla de la base de datos. Por otro lado, la función *removeCart(product_id)* se utiliza cuando el usuario elimina un producto del carrito, no eli-

minándose en este caso del registro de la base de dato, puesto que la interacción ya ha sido realizada.

Para cumplir el **requisito 3**, se utiliza el carrito creado en el requisito 2 y se implementa la función *buy()* en la ruta */buy*. Esta función se ejecuta cuando el usuario realiza una compra, la pantalla asociada a este requisito se implementa siguiendo el *mockup* diseñado, sin embargo, debido a actualizaciones en iteraciones posteriores, el estado final no se corresponde con la apariencia en esta etapa (ver Iteración 8). Primero se comprueba si el carrito está vacío. En caso de estarlo, no se procede con la compra y se redirige a la página principal. Si no está vacío, se busca el producto añadido en el carrito y se crea una instancia de un objeto Compras con los datos relevantes, como la fecha actual, el identificador del usuario, el identificador del producto, el identificador de la compra y el identificador de la tienda. Posteriormente, se agrega y confirma la transacción en la base de datos para almacenar la información relevante sobre la compra realizada.

5.6.5 Pruebas

Durante la etapa de validación del módulo, se realizan pruebas para cada una de las funcionalidades implementadas. Estas pruebas tienen el objetivo principal de identificar posibles errores en el sistema y garantizar el cumplimiento de los requisitos establecidos.

Además, de igual manera que para las iteraciones anteriores, se lleva a cabo una presentación del sistema ante los tutores como parte del proceso de validación. Durante esta presentación, se realizan pruebas en tiempo real para verificar el correcto funcionamiento del sistema.

5.6.6 Evaluación

En cuanto a evaluación, se organiza una reunión de trabajo con el equipo de desarrollo para presentar y analizar los avances logrados hasta la fecha. El objetivo principal de esta reunión es examinar los requisitos y evaluar las funcionalidades.

Se obtiene el visto bueno sobre el trabajo realizado y los tutores muestran su conformidad para avanzar a la siguiente iteración planificada (ver Cap. 4, Sec. 4.2).

5.7 Iteración 6. Módulo de categorización de usuarios

5.7.1 Planificación

La sexta iteración estará dedicada a la consecución del sexto objetivo específico (OE6), que busca el diseño y desarrollo de un módulo capaz de categorizar a los usuarios en base a los datos recopilados sobre él, con el fin de generar recomendaciones personalizadas en el portal VR-ZOCO.

Para la consecución de este objetivo y la realización de todos los trabajos de implementación se estiman que serán necesarias unas 112 horas. Es una de las tareas complejas del

5. RESULTADOS

TFG.

5.7.2 Requisitos

Los requisitos que el módulo debe cumplir para dar por finalizada con éxito la sexta iteración son los siguientes:

Requisito 1. El sistema requiere información útil y suficiente para poder comprobar el correcto funcionamiento de módulo de categorización de usuarios.

Requisito 2. El sistema debe realizar las transformaciones necesarias en los datos para prepararlos adecuadamente para el análisis.

Requisito 3. El sistema debe ser capaz de calcular la similitud entre los usuarios utilizando métricas de similitud adecuadas y características relevantes.

Requisito 4. El sistema debe ser capaz de clasificar al usuario en función de grupos de usuarios con perfiles similares a él.

5.7.3 Análisis y diseño

En la fase de diseño, se plantean las características relevantes que van a categorizar a los distintos usuarios: (i) categoría de compras e interacciones; (ii) edad; y (iii) gasto económico en el portal. Además se propone el método para comprobar la semejanza entre usuarios, utilizando matrices de similitud. Asimismo, se cambia la estructura de la base de datos diseñada en la Iteración 1 del proyecto, ya que se necesitarán almacenar distintos atributos adicionales sobre el usuario que se generarán en esta iteración, dichos cambios se observan en la Figura 5.6.

Usuarios	
<i>id_usuario</i>	Integer
<i>edad</i>	Integer
<i>genero</i>	String
<i>ciudad</i>	String
<i>grupo_edad</i>	String
<i>niño</i>	Float
<i>adolescente</i>	Float
<i>joven</i>	Float
<i>adulto</i>	Float
<i>mediana_edad</i>	Float
<i>senior</i>	Float
<i>monetaria</i>	String
<i>etiqueta</i>	Integer

Figura 5.6: Diagrama de relación-entidad referente a la tabla *Usuarios*.

Además, se proporciona el diseño de un *mockup* como se observa en Figura A.5 del anexo

A para la pantalla del prototipo web. En ella se puede observar la categorización o clasificación del usuario respecto a las categorías de productos asociados al portal VR-ZOCO.

En el prototipo desarrollado en este TFG las categorías que se han contemplado son: belleza, cultura, deportes, hogar, moda y tecnología. Los locales comerciales, locales de ocio y productos pertenecerán o tendrán asociado una de estas categorías.

5.7.4 Implementación

Para cumplir el **requisito 1**, se plantean varias opciones: (i) utilizar un conjunto de datos públicos lo suficientemente amplio y completo para comprobar el correcto funcionamiento del sistema; y (ii) crear un conjunto de datos desde cero. Sin embargo, después de varias búsquedas en Internet por plataformas de conjuntos de datos de libre uso como Kaggle ¹, no se encontró ningún conjunto de datos que cumpliera con los criterios para ser lo suficientemente completo y útil para evaluar el módulo de categorización de usuarios.

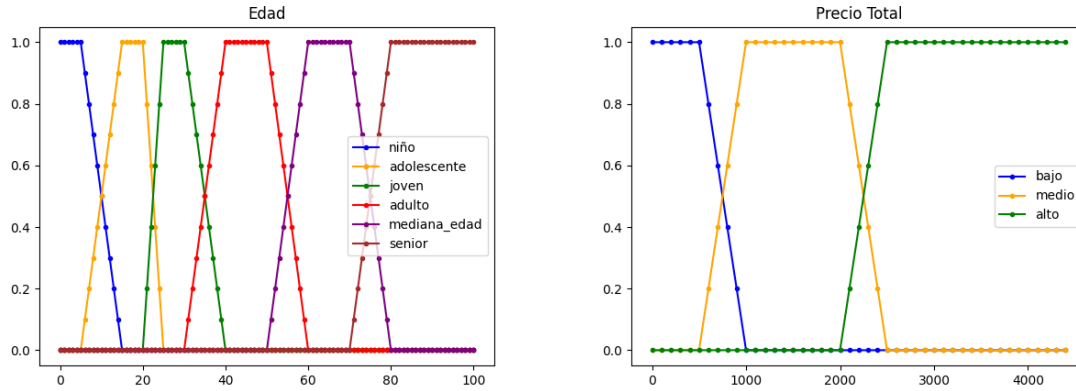
Ante esta situación, se toma la decisión de crear un conjunto de datos personalizado desde cero. Esto permite recopilar la información relevante necesaria para el funcionamiento del sistema, garantizando así que se contará con datos adecuados y representativos.

El proceso de creación del conjunto de datos personalizados involucra varias etapas para asegurar la disponibilidad de datos relevantes y realistas. A continuación, se explica el proceso paso a paso:

1. Generación de locales comerciales, locales de ocio y eventos. Los datos relativos a los locales comerciales, locales de ocio y eventos, se incluyen manualmente en la base de datos. Esto permite un control directo sobre la información relacionada con estos establecimientos, asegurando así la precisión y adecuación de los datos generados.
2. Generación de productos. Se comienza generando productos con las características necesarias para el estudio, es decir, siguiendo la estructura de la base de datos especificada en la Figura 5.3. Dado que esta parte es menos sensible en comparación con las demás, los productos se generaron de manera aleatoria. Sin embargo, es importante destacar que las asociaciones de las tiendas con los productos se realizan de forma manual. Esto permite garantizar que las tiendas estén correctamente vinculadas a los productos correspondientes en el conjunto de datos.
3. Generación de usuarios. La generación de usuarios es una etapa crítica, ya que se busca representar diferentes tipos de usuarios. Por lo que no se puede realizar de manera aleatoria como en la generación de productos. Para ello, se crean usuarios que corresponden a cada una de las categorías de productos existentes. Además, se asigna una edad a los usuarios siguiendo una distribución relativa a un estudio estadístico [Ec21], lo que añade realismo al conjunto de datos. También se generan usuarios aleatorios que

¹<https://www.kaggle.com/>

5. RESULTADOS



(a) Funciones de pertenencia para la variable *edad* (b) Funciones de pertenencia para la variable *gasto*

no se corresponden con ningún tipo específico para aumentar el realismo y la varianza al conjunto de datos.

4. Generación de compras e interacciones. Una vez generados los productos y los usuarios, se procede a generar compras e interacciones entre ellos. Dado que los usuarios están separados por tipo, las compras e interacciones se generan en función de este criterio. Esto permite simular comportamientos específicos de cada tipo de usuario. Asimismo, se generan compras e interacciones aleatorias tanto para los usuarios aleatorios como para aquellos que se corresponden a un tipo específico. Esta mezcla de datos aleatorios y basados en tipos, contribuye a aumentar la realidad y diversidad del conjunto de datos.

Una vez generados todos los datos se almacenan en archivos de formato *.csv* para facilitar la importación a la base de datos PostgreSQL. Esta estructura de archivo permite una fácil manipulación y carga de los datos en el sistema.

Para cumplir el **requisito 2**, se necesita que el requisito 1 esté terminado completamente para tener almacenados los datos en la base de datos. A la hora de buscar unos resultados explicables e interpretables, nos interesará trabajar con términos lingüísticos. Para ello, la variable edad se dividirá en 6 conjuntos distintos: niño, adolescente, joven, adulto, mediana edad y senior. Cada conjunto estará definido por unas funciones de pertenencia, existiendo la posibilidad de que una misma persona, en función de su edad, pertenezca a dos conjuntos diferentes con distinto grado de pertenencia. Las funciones de pertenencia que definen cada uno de los valores que puede tomar la variable “edad” se pueden consultar en la Figura 5.7a. Una de las transformaciones que hay que realizar para poder hacer clasificaciones sobre el perfil de usuario consiste en calcular los grados de pertenencia de los usuarios a cada uno de los valores que puede tomar la variable lingüística “edad”. Para ello, todo esto se está usando los conjuntos borrosos.

Otra variable lingüística que se va a usar es la del “gasto económico” en el portal, que

hace referencia a lo que se gasta el usuario en el portal y que podrá tomar los valores: bajo, medio y alto. Para poder hacer clasificación del usuario se establecen conjuntos borrosos que representan diferentes niveles de gasto, y se definen las funciones de pertenencia de cada uno de los valores (ver la Figura 5.7b). Se calcula para cada usuario, a partir de su gasto y sus definiciones, el grado de pertenencia a cada conjunto.

Además, para cada usuario se realiza la transformación de la categoría de compras e interacciones para conocer su grado de interés en cada categoría ($GI(c_i)$ tal que $c_i \in C$, con C siendo el conjunto de categorías $C = \{belleza, cultura, deportes, hogar, moda, tecnología\}$). En este proceso, se suman todas las compras realizadas en el portal (TC) e interacciones de cada usuario (inclusiones en carrito (TI) y visitas productos (TV)), asignándoles pesos diferentes según su importancia, ya que una compra tiene más importancia que una inclusión en carrito; y esto último tiene más importancia que una visita. Estas sumas reflejan el grado de interés de cada usuario en cada una de las categorías de productos. A continuación, se normalizan dichas sumas para obtener valores entre 0 y 1. Esta transformación permite evaluar y comparar el nivel de interés de los usuarios en diferentes categorías, proporcionando una medida cuantitativa del grado de preferencia por cada categoría de producto (ver Eq. 5.1).

$$GI(c_i) = \frac{TC(c_i) \times \alpha + TI(c_i) \times \beta + TV(c_i) \times \gamma}{TC \times \alpha + TI \times \beta + TV \times \gamma} \quad (5.1)$$

donde $TC(c_i)$, $TI(c_i)$ y $TV(c_i)$ son las compras, inclusiones en carrito y visitas dentro de la categoría c_i .

Para cumplir el **requisito 3**, es necesario seleccionar las características relevantes que permitieran obtener la similitud entre usuarios. Las características elegidas son: el interés por las categorías de productos, la edad y el gasto económico; ya que estos parámetros permiten caracterizar de manera correcta a un usuario.

Para calcular la similitud entre los distintos usuarios, se realiza un proceso de construcción de matrices de similitud para cada una de estas características. Lo que se intenta es obtener una medida de similitud entre dos usuarios u_x y u_y (ver Eq. 5.2). Se crean matrices individuales que reflejan la similitud entre los usuarios en términos de su interés por las categorías de productos (SGI), su edad (SE) y su gasto económico (SGE). Posteriormente, se aplica un enfoque de ponderación para combinar las matrices de similitud individuales en una matriz final (ver Eq. 3.1). Esta ponderación se basa en asignar pesos específicos a cada característica, lo que permite dar mayor o menor importancia a cada una de ellas. De esta manera, la similitud entre los usuarios no está solamente influenciada por un único factor, sino que se tienen en cuenta diferentes aspectos relevantes.

$$Similitud(u_x, u_y) = SE(u_x, u_y) \times \theta + SGE(u_x, u_y) \times \lambda + SGI(u_x, u_y) \times \mu \quad (5.2)$$

5. RESULTADOS

donde $SGI(u_x, y_y) = \sum_{i=1}^{|C|} S(u_x, u_y, GI(c_i))$.

Para cumplir el **requisito 4**, el sistema implementa la funcionalidad de agrupar a los usuarios en grupos con perfiles similares. Para lograr esto, se sigue un enfoque basado en la matriz de similitud obtenida en el requisito 3, que refleja la similitud entre los perfiles de los usuarios.

En primer lugar, se analizan diferentes algoritmos para realizar la agrupación. Se comienza utilizando el algoritmo de clustering *K-means* para explorar la agrupación en *clusters*. Se determina el número óptimo de *clusters*, conocido como *k*, a partir del análisis del método del codo o *elbow method* disponible en la Figura 5.8. Después del análisis, se determina que el número óptimo es 6 *clusters*, coincidiendo con el número de categorías distintas, por lo que indica que es un número de particiones lógico.

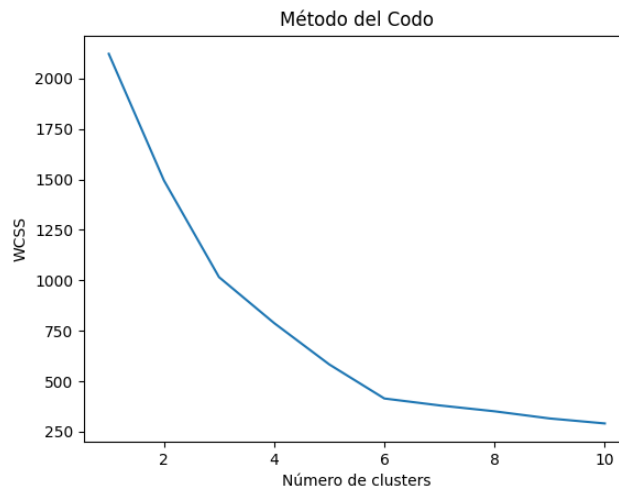


Figura 5.8: Método del codo para obtener el número de *clusters* óptimo.

Posteriormente, se evalúa la posibilidad de utilizar un algoritmo de *clustering* difuso, ya que la pertenencia de un usuario a un perfil específico no es necesariamente excluyente ni definitiva. En este caso, se decide utilizar el algoritmo *Fuzzy C-means*, manteniendo el número óptimo de *clusters* obtenido previamente en *K-Means*. Este enfoque difuso permite manejar la incertidumbre y la flexibilidad en la asignación de usuarios a grupos, teniendo en cuenta que un usuario puede tener cierta similitud con múltiples perfiles. Esta funcionalidad se ve representada en la pantalla B.8 en el anexo B donde en la parte inferior se encuentra la categorización del usuario.

Cuando se incorpora un nuevo usuario al sistema se genera un vector de similitud que relaciona al usuario nuevo con el resto de usuarios existentes en el portal. Se aplica la ponderación correspondiente a cada uno de los vectores de similitud individual de cada una de las características relevantes, similar a lo realizado en el requisito 3, para obtener un vector final que se utiliza en la etapa de predicción. Este vector final refleja la similitud del nuevo

usuario con los perfiles existentes y se utiliza para asignar al usuario a un nuevo grupo específico haciendo uso del modelo previamente entrenado con los usuarios ya registrados en el portal.

5.7.5 Pruebas

Durante la etapa de validación del módulo de categorización de usuarios, se llevan a cabo pruebas para verificar su funcionalidad y garantizar que cumpliera con los requisitos establecidos.

El objetivo principal de estas pruebas una vez más es intentar identificar los posibles errores que pueden ocurrir en el sistema y asegurar la precisión y eficacia de la categorización de usuarios. Se utiliza un conjunto diverso de datos de prueba que abarcaba diferentes perfiles de usuarios y situaciones para evaluar el rendimiento del módulo en distintos escenarios.

Durante las pruebas, se verifica que el módulo es capaz de analizar adecuadamente los datos de los usuarios y asignarles categorías precisas y relevantes. Se presta especial atención a aspectos como la coherencia de las categorías asignadas y la capacidad del sistema para adaptarse a diferentes perfiles de usuarios.

Además, se realiza una presentación del sistema ante los tutores como parte del proceso de validación. Durante esta presentación, se demuestra en tiempo real el funcionamiento del módulo y se realizan pruebas para evaluar su exactitud y eficiencia.

5.7.6 Evaluación

En cuanto a evaluación, se organiza una nueva reunión de trabajo con el equipo de desarrollo para presentar y analizar los avances logrados hasta la fecha. El objetivo principal de esta reunión es examinar los requisitos y evaluar las funcionalidades.

Se obtiene una opinión positiva sobre el trabajo realizado y se da el visto bueno para pasar a la siguiente iteración planificada (ver Cap. 4, Sec. 4.2).

5.8 Iteración 7. Motor de recomendaciones de productos

5.8.1 Planificación

Esta iteración se ocupa de cumplir el objetivo específico 7 (OE7), centrado en el diseño y desarrollo de un motor de recomendaciones automáticas sobre posibles productos de interés basándose en el perfil de usuario.

Para la consecución de este objetivo y la realización de todos los trabajos de implementación se estiman que serán necesarias unas 84 horas.

5.8.2 Requisitos

Los requisitos que el sistema debe cumplir para terminar esta séptima iteración son los siguientes:

5. RESULTADOS

Requisito 1. El sistema debe permitir obtener las preferencias de los usuarios almacenados en la base de datos.

Requisito 2. El sistema debe permitir obtener las preferencias del usuario al que se le van a hacer las recomendaciones.

Requisito 3. El sistema debe calcular la similitud entre usuarios utilizando una métrica de similitud adecuada.

Requisito 4. El sistema debe obtener las recomendaciones de productos basadas en la similitud entre usuarios.

5.8.3 Análisis y diseño

En la fase de diseño, se analizan y seleccionan las métricas de similitud adecuadas para medir la cercanía entre los perfiles de usuario. Esto puede incluir métricas como la similitud coseno, la distancia euclidiana u otras métricas específicas según las características de los perfiles y los datos disponibles.

Además, se diseña el algoritmo que utiliza la información del perfil de usuario y la similitud entre perfiles para generar las recomendaciones. En este caso, se puede describir un algoritmo de filtrado colaborativo basado en el vecino más cercano kNN , que se utilizará para identificar a los usuarios más similares al usuario objetivo y seleccionar los productos recomendados.

Por otro lado, se realiza el diseño de la interfaz de usuario que permitirá a los usuarios interactuar con el sistema de recomendaciones (ver Figura A.6 en el anexo A). En la subfigura A.6a se muestra cómo los clientes pueden decidir si registrar unas preferencias a la hora de crear una cuenta como usuario haciendo uso de un *checkbox*. En caso de que quieran añadir sus preferencias inicialmente, se mostrará el formulario representado en la subfigura A.6b donde el usuario debe marcar en el *checkbox* la/s categoría/s que le interesen.

5.8.4 Implementación

Para cumplir el **requisito 1**, se implementa el método *obtener_usuarios(usuario_recomendacion)*. Este método se encarga de recuperar la información de los usuarios excepto del usuario al que se le quiere generar una recomendación. A través de una consulta SQL, se obtienen los identificadores de los usuarios y su grupo de edad. Luego, se realiza un procesamiento de los datos obtenidos. Se transforma el grupo de edad de cada usuario en un valor numérico, asignando un número específico a cada categoría de edad. Esto se realiza para estandarizar los datos y facilitar su posterior procesamiento.

Posteriormente, se fusiona la información de las preferencias de los usuarios con los datos consultados de los usuarios, utilizando el identificador como clave de unión. Esto permite obtener un conjunto completo de datos que incluye tanto la información de los usuarios como sus preferencias. Finalmente, se eliminan las filas que contienen valores nulos en el conjunto

de datos resultante. Esto se realiza para asegurar la integridad y coherencia de los datos utilizados en el cálculo de similitud entre usuarios. Devolviendo así, un diccionario que mapea los índices de los usuarios en el conjunto de datos procesados a los identificadores de los usuarios correspondientes y un *DataFrame* que contiene el grupo de edad y las preferencias correspondientes de los usuarios.

Para cumplir el **requisito 2**, se implementa la función denominada *obtener_usuario_recomendacion(usuario_recomendacion)*. Esta función recupera la información sobre el usuario objetivo. A través de una consulta SQL, se obtienen los datos relevantes sobre el usuario, como su identificador y grupo de edad.

Una vez obtenidos los datos del usuario, se realiza un procesamiento adicional para adaptarlos al formato necesario. En el caso del grupo de edad, se asigna un valor numérico a cada categoría de edad para estandarizar los datos y facilitar el cálculo de similitud entre usuarios más adelante.

A continuación se consulta la tabla de preferencias en la base de datos para obtener las preferencias explícitas sobre el usuario. En caso de que no se encuentren preferencias registradas para el usuario, se utilizan las preferencias de compra por categorías disponibles.

Finalmente se realiza una unión de los datos del usuario y sus preferencias, descartando el identificador del usuario. El resultado de la función incluye tanto las preferencias del usuario en diferentes categorías como su grupo de edad, lo cual proporciona una visión completa de las características relevantes del usuario para el proceso de recomendación.

Para cumplir el **requisito 3**, se implementa una función *similitud_usuarios(usuario_recomendacion)*. Esta función se encarga de calcular la similitud entre usuarios. Para ello, se obtiene la información sobre los usuarios, que es el resultado del requisito 1, y la información sobre el usuarios objetivo, que es el resultado del requisito 2.

Posteriormente, se utiliza la métrica de similitud del coseno para medir la similitud entre el perfil del usuario al que se le van a hacer las recomendaciones y el perfil del resto de los usuarios. El resultado del cálculo es una matriz de distancias que muestra la similitud entre el perfil del usuario objetivo y los perfiles de los demás usuarios. Cada valor en la matriz representa la similitud entre dos perfiles de usuario.

El siguiente paso es ordenar los perfiles de usuario en función de su similitud con el perfil del usuario objetivo. Esto se realiza obteniendo los índices que ordenan esta matriz de distancias de manera ascendente. Estos índices representan la posición de cada usuario en el arreglo original de perfiles de usuario, por lo que se utiliza el diccionario que se obtuvo como resultado en el requisito 1, para asociarlo con el identificador de los usuarios. Como resultado, se obtienen los identificadores de los usuarios ordenados según la similitud respecto al usuario objetivo.

Para cumplir el **requisito 4**, se implementa el método *obtener_recomendaciones_produc-*

5. RESULTADOS

tos(usuario_recomendacion). La representación de estos productos recomendados se observa en la pantalla B.11 en el anexo B. Este método obtiene los identificadores resultantes del requisito 3 para realizar consultas en la base de datos obteniendo los productos comprados por los K usuarios más similares al usuario objetivo, donde K se refiere al número de usuarios similares que queremos tener en cuenta. Además, se consideran solo aquellos productos que tienen una calificación o *rating* igual o superior a 3, lo que indica un nivel de satisfacción suficiente por parte de los usuarios. Como resultado se obtiene una lista sin duplicados con los identificadores de los productos recomendados al usuario objetivo.

5.8.5 Pruebas

En esta fase se hace una validación del módulo, realizando pruebas para cada una de las funcionalidades implementadas. Se busca la existencia de posibles errores en el sistema, así como garantizar el cumplimiento de los requisitos establecidos.

Después de las pruebas se realiza una presentación del desarrollo realizado ante los tutores como parte del proceso de validación. Durante esta presentación, se llevan a cabo pruebas en tiempo real para demostrar el funcionamiento del sistema y validar su capacidad para generar recomendaciones de lugares de productos de manera efectiva y eficiente.

En estas pruebas, se presta especial atención a aspectos como la precisión de las recomendaciones y su ajuste a las preferencias del usuario.

5.8.6 Evaluación

En cuanto a evaluación, se organiza una nueva reunión de trabajo con el equipo de desarrollo para presentar y analizar los avances logrados hasta la fecha. El objetivo principal de esta reunión es examinar los requisitos y evaluar las funcionalidades.

Se obtiene la conformidad de los tutores sobre el trabajo realizado y se da el visto bueno para pasar a la siguiente iteración planificada (ver Cap. 4, Sec. 4.2).

5.9 Iteración 8. Motor de recomendaciones de planes de ocio

5.9.1 Planificación

En esta iteración, se lleva a cabo el objetivo específico ocho (OE8), que implica el diseño y desarrollo de un motor de recomendaciones sobre planes de ocio basándose en el perfil del usuario.

Se estima que esta iteración tenga una duración de 84 horas, al requerir un trabajo similar al de la iteración 7.

5.9.2 Requisitos

Los requisitos que el sistema debe cumplir para terminar esta octava iteración son los siguientes:

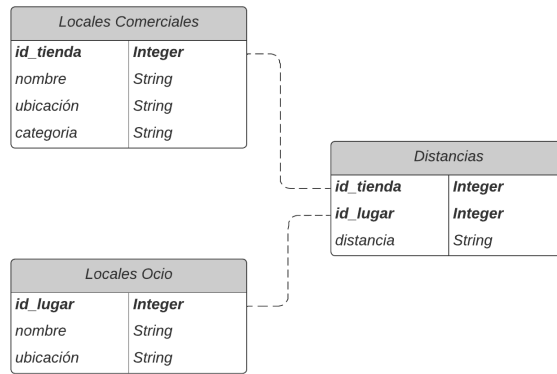


Figura 5.9: Diagrama relación-entidad asociando locales comerciales, locales de ocio y distancias.

Requisito 1. El sistema debe ser capaz de determinar si un usuario tiene preferencias significativas en varios *clusters* o si pertenece mayoritariamente a uno en particular.

Requisito 2. El motor de recomendaciones debe tener en cuenta tanto la distancia geográfica entre los perfiles de usuario y los planes de ocio disponibles, como las preferencias específicas del usuario sobre las categorías de planes.

Requisito 3. El sistema debe ser capaz de determinar la secuencia óptima de planes de ocio recomendados, teniendo en cuenta el tiempo estimado de finalización de cada actividad y la disponibilidad de los planes.

Requisito 4. El sistema debe mostrar un mapa que indique la ruta a seguir para visitar los planes de ocio recomendados.

5.9.3 Análisis y diseño

En la fase de análisis y diseño, se establece una nueva estructura en la base de datos que permita almacenar las distancias entre tiendas comerciales y de ocio, para así evitar llamadas innecesarias a la API de Google Maps. Para ello, se crea una tabla “Distancias” que recoja el identificador correspondiente del local comercial, el identificador correspondiente del local de ocio y la distancia entre ellos, como se puede observar en la Figura 5.9.

El diseño del *mockup* incluye la información relevante sobre los distintos lugares recomendados en la generación de planes en forma de lista, permitiendo así conocer la secuencia de planes óptima. Además, el *mockup* incorpora un mapa interactivo que permite visualizar la ubicación de cada lugar recomendado y la ruta que se debe seguir para llegar de un lugar a otro. La combinación de ambas vistas, ofrece al usuario una visión completa y práctica de los destinos y la ruta a seguir como se muestra en la Figura A.7 en el anexo A.

5.9.4 Implementación

Para cumplir el **requisito 1**, se implementa una función, *obtener_clusters(pertenencia_usuario)* cuyo pseudocódigo se muestra en el algoritmo 3 en el anexo E. Esta función recibe como parámetro la pertenencia del usuario a los distintos *clusters*. La pertenencia es representada como un vector de valores numéricos, donde cada valor indica la probabilidad o nivel de pertenencia del usuario a un *cluster* específico.

Como primer paso, se obtiene el valor máximo de pertenencia en ese vector numérico para determinar si hay un *cluster* dominante. Si el valor máximo es mayor a 0,5, se considera que el usuario tiene un *cluster* dominante y se devuelve como resultado.

En caso contrario, si el valor máximo de pertenencia es menor o igual a 0,5, se considera que el usuario no tiene un *cluster* dominante. En este caso, se calcula la diferencia entre el valor máximo de pertenencia y cada uno de los valores de pertenencia del vector. Se establece un umbral, en este caso, 0,1 para determinar si la diferencia es lo suficientemente pequeña como para considerar que el usuario tiene preferencias significativas en ese *cluster*.

Los *clusters* en los que la diferencia es menor al umbral establecido, se consideran como aquellos en los que el usuario tiene preferencias significativas. Estos *clusters* se devuelven como resultado.

Para cumplir el **requisito 2**, se implementan una serie de funciones. Entre ellas, *obtener_diccionario_clustering()* y *obtener_primer_plan(df, usuario_recomendacion, pertenencia_cluster)*.

La primera de esas funciones, *obtener_diccionario_clustering()*, se encarga de obtener un diccionario que asocia la categoría predominante de cada *cluster* con su etiqueta correspondiente. Esto se logra mediante la extracción de datos de la base de datos que contiene información sobre los usuarios, productos y compras. El resultado es un diccionario en el que cada clave representa un *cluster* y su valor es la categoría predominante para ese *cluster*.

La segunda función, *obtener_primer_plan(df, usuario_recomendacion, pertenencia_cluster)* disponible en el pseudocódigo 2 en el anexo E, recibe como parámetro un *DataFrame* *df* que contiene la información sobre los planes de ocio disponibles, el *usuario_recomendacion* para el cual se desea generar una recomendación, y la *pertenencia_cluster* que indica la pertenencia del usuario a los distintos *clusters*.

Lo primero que se hace es obtener los *clusters* a los que pertenece el usuario utilizando el método *obtener_clusters* del requisito anterior. A continuación, se recorren los *clusters* a los que pertenece el usuario y se realizan dos tipos de selecciones de planes de ocio: (i) selección de planes de ocio que pertenecen exclusivamente a la categoría predominante del *cluster* actual; y (ii) selección de planes de ocio que contienen la categoría predominante del *cluster* actual pero también pueden incluir otras categorías. Posteriormente, se asigna un peso a cada recomendación en función de estas dos selecciones, siendo la primera selección

definida con un peso mayor que la segunda.

Después de combinar las dos selecciones de recomendaciones, se realiza un cálculo de preferencia para cada plan. Esto se basa en el peso asignado previamente y la distancia del plan en relación con otros planes disponibles. Se utiliza una fórmula para combinar estos dos factores y obtener una medida de preferencia para cada plan. Finalmente, se devuelve el plan con la mayor preferencia como la primera recomendación para el usuario.

Para cumplir el **requisito 3**, se limita la secuencia de planes de ocio recomendados a dos, el primero generado por la función *obtener_primer_plan* del requisito anterior y el segundo por la función *obtener_segundo_plan(df, usuario_recomendacion, pertenencia_cluster, hora, recomendaciones)*. Esta función recibe como parámetros un *DataFrame* *df* que contiene la información sobre los planes de ocio disponibles, el *usuario_recomendacion* para el cual se desea generar una recomendación, *pertenencia_cluster* que indica la pertenencia del usuario a los distintos *clusters*, la hora de terminación del primer plan y la recomendación anterior.

La implementación de esta función es similar a la del requisito anterior disponible en el pseudocódigo 2. En este caso, se itera sobre los *clusters* y se seleccionan las recomendaciones que cumplen ciertos criterios, similares a los del requisito anterior. Sin embargo, ahora se agrega una restricción de tiempo, en cuanto a la hora. De igual manera, se realizan las dos selecciones y se agregan a los respectivos *DataFrames*. Después de obtener las recomendaciones, se asigna el peso del usuario al *cluster* correspondiente en cada *DataFrame*, al igual que en el requisito anterior.

A continuación, se realiza un cálculo adicional para las recomendaciones de tipo “atemporal” si la hora actual está dentro de un rango de tiempo específico, como el horario de comida. En este caso, se multiplica el peso de las recomendaciones “atemporales” por un factor mayor para darles más importancia.

Posteriormente, se calcula la distancia entre el primer plan del requisito anterior y cada una de las recomendaciones restantes en el *DataFrame* utilizando la ubicación del lugar asociado al primer plan. Después de calcular dicha distancia, se realiza el cómputo de preferencia para cada recomendación, teniendo en cuenta el peso y la distancia, de igual manera que en el requisito anterior.

Para cumplir el **requisito 4**, se implementan varias funciones. La primera es *obtener_recomendacion_lugar(usuario_recomendacion, id_tienda, pertenencia_cluster)* que utiliza las funciones *obtener_primer_plan(df, usuario_recomendacion, pertenencia_cluster)* y *obtener_segundo_plan(df, usuario_recomendacion, pertenencia_cluster, hora, recomendaciones)* de los requisitos anteriores para obtener las recomendaciones de los lugares para un usuario. Se obtiene el primer plan y se extrae la hora y la duración para calcular la hora final y poder pasarla como argumento a *obtener_segundo_plan*.

5. RESULTADOS

Después de obtener la recomendación de los dos planes, se llama a la segunda función implementada, *mostrar_mapa(id_tienda, id_lugar1, id_lugar2)*, pasando el identificador de la tienda y los identificadores de los lugares de la primera y segunda recomendación. Esta función utiliza los identificadores de la tienda y los lugares para obtener información adicional de la base de datos, como el nombre y las coordenadas geográficas de cada ubicación. Luego, se crea un mapa de Folium ² y se agregan marcadores para la tienda, el primer lugar y el segundo lugar.

Posteriormente, para obtener la ruta para poder visitar ambos lugares, se crea la función *get_ruta(origen, destino)* con los parámetros sobre origen y destino. Esta utiliza la API de Google Maps para obtener la ruta entre dos puntos (origen y destino) en formato JSON. Luego, analiza la respuesta JSON para obtener los pasos de la ruta y crea una lista de puntos de ruta. Esta lista de puntos de ruta se devuelve como resultado a la función *mostrar_mapa* para mostrar la ruta visualmente en el mapa haciendo uso de nuevo de Folium consiguiendo un resultado como el representado en la Figura 5.10 (ver pantalla B.9 en anexo B).

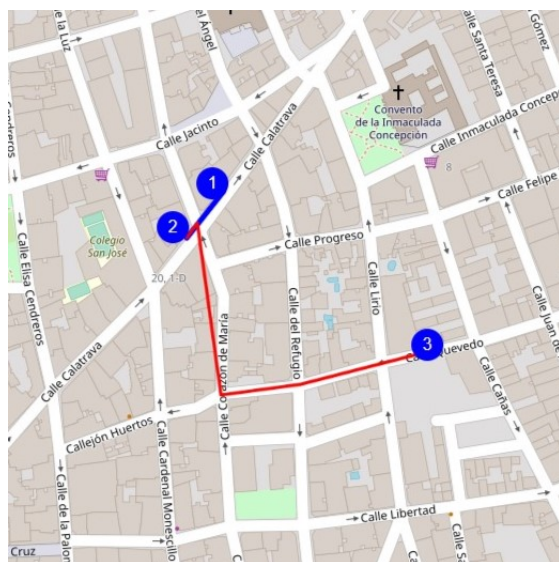


Figura 5.10: Ejemplo de representación de planes de ocio en mapa.

5.9.5 Pruebas

Durante la etapa de validación del módulo de recomendación de planes de ocio, se llevan a cabo pruebas para cada una de las funcionalidades implementadas. El principal objetivo de estas pruebas es identificar posibles errores en el sistema y asegurar que se cumplieran los requisitos establecidos.

Además, se realiza una presentación del sistema ante los tutores como parte del proceso de validación. En esta presentación, se realizan pruebas en tiempo real para demostrar el funcionamiento adecuado del sistema y validar su capacidad para generar recomendaciones

²<https://python-visualization.github.io/folium/>

de planes de ocio de manera efectiva y eficiente. Durante las pruebas, se pone especial énfasis en aspectos clave como la precisión de las recomendaciones y su ajustes a las preferencias del usuario. Se verifica que el sistema es capaz de analizar los datos del usuario y proporcionar sugerencias relevantes y personalizadas.

5.9.6 Evaluación

En cuanto a la fase de evaluación, se organiza una nueva reunión de trabajo con el equipo de desarrollo para presentar y analizar los avances logrados hasta la fecha. El objetivo principal de esta reunión es examinar los requisitos y evaluar las funcionalidades.

El equipo muestra su satisfacción con el trabajo realizado, pudiendo pasar a la siguiente iteración de integración con la capa “*User Interaction Layer*” en su módulo de realidad virtual y dando por terminada la estructura de la base de datos (ver Fig. C.1 en el anexo C).

5.10 Iteración 9. Integración con el módulo de Realidad Virtual

5.10.1 Planificación

En esta iteración, se lleva a cabo el objetivo específico nueve (OE9), que implica la integración de todos los módulos desarrollados en el portal de comercio electrónico de VR-Shopping. Esta integración permite a los usuarios disfrutar de una experiencia de compra virtual en la que reciben recomendaciones personalizadas de productos. Además, en caso de realizar una compra, también reciben recomendaciones de planes de ocio acorde a sus preferencias, brindando una experiencia completa y enriquecedora para los usuarios.

Para la consecución de este objetivo y la realización de todos los trabajos de implementación se estiman que serán necesarias unas 28 horas.

5.10.2 Requisitos

Los requisitos que el sistema debe cumplir para terminar esta novena iteración son los siguientes:

Requisito 1. El sistema debe ofrecer una experiencia de compra virtual que incluya recomendaciones personalizadas de productos para los usuarios.

Requisito 2. El sistema debe proporcionar recomendaciones de planes de ocio basadas en las preferencias del usuario.

Requisito 3. El sistema debe almacenar distintos datos relevantes obtenidos a través de la experiencia virtual, como las distintas interacciones que el usuario realiza con el portal o las compras realizadas por este.

5.10.3 Análisis y diseño

En la fase de análisis y diseño, es importante establecer una estructura que facilite la comunicación y colaboración efectiva entre los módulos correspondientes a este TFG y la implementación de la RV. Se deben definir los mecanismos de intercambio de datos necesarios para asegurar la integración y el funcionamiento conjunto del sistema.

Una de las formas de implementar estos mecanismos es a través de una API. Esta API debe permitir hacer consultas para obtener información relevante y realizar inserciones para almacenar y actualizar datos en la base de datos, proporcionando así una forma estandarizada y segura de intercambiar información entre los componentes del sistema.

5.10.4 Implementación

Para cumplir el **requisito 1**, se implementa una ruta con el *endpoint* `/recomendaciones/<int:id_usuario>`. Esta ruta permite obtener las recomendaciones de productos para un usuario específico. En el código de esta ruta, se hace uso del módulo explicado en la Iteración 7 para obtener los identificadores de los productos recomendados para el usuario. Posteriormente estos productos se agrupan por categoría y se genera una estructura de datos que contiene la categoría y los productos correspondientes. Finalmente, se devuelve el resultado de las recomendaciones en formato JSON, donde se muestra la categoría y los productos recomendados para cada categoría.

La estructura del JSON devuelto en la implementación se ha diseñado de manera que se adapte al sistema de RV y le resulte más conveniente para su procesamiento. Al organizar los productos recomendados por categoría, se facilita la presentación de las recomendaciones en la interfaz de usuario de RV, permitiendo una visualización ordenada y fácil de navegar para el usuario.

Para cumplir el **requisito 2**, se implementa una ruta con el *endpoint* `/planes/<int:id_usuario>/<int:id_tienda>`. Esta ruta permite obtener las recomendaciones de planes basadas en las preferencias del usuario y el punto de recogida. En la implementación se hace uso del módulo explicado en la Iteración 8 para obtener los identificadores de los eventos recomendados para el usuario y el código HTML del mapa generado con las rutas. Finalmente, se devuelve el resultado de las recomendaciones en formato JSON. Este resultado está dividido en dos partes: (i) planes, donde se representan los identificadores de cada uno de los planes recomendados; y (ii) mapa, donde se representa el mapa en formato HTML.

Para cumplir el **requisito 3**, se implementan distintas rutas con sus respectivos *endpoints*:

- Para almacenar las distintas interacciones del usuario en el sistema, se crea el *endpoint* `/interacciones/<int:id_usuario>`. Aquí se valida la información recibida para que tenga la estructura necesaria, disponible en la figura 5.1. Después de validar la petición, se inserta la información recibida sobre interacciones en la base de datos asignándole

un identificador único a cada una de las interacciones recibidas.

```

1      {
2          "fecha": String,
3          "id_producto": Integer,
4          "id_interaccion": Integer,
5          "tipo": String,
6          "id_tienda": Integer
7      }

```

Código fuente 5.1: Ejemplo de estructura de la petición de interacciones

- Para almacenar las distintas compras del usuario en el sistema, se ha creado el *endpoint* */compras/<int:id_usuario>*. De igual manera que para las interacciones, se valida la estructura necesaria de la información, disponible en la Figura 5.2. Cabe destacar que la información referida a *rating* puede estar o no presente. Después de validar la petición, se inserta la información recibida sobre compras en la base de datos asignándole un identificador único a cada una de las compras recibidas.

```

1      {
2          "fecha": String,
3          "id_producto": Integer,
4          "id_compra": Integer,
5          "id_tienda": Integer,
6          "rating": Integer
7      }

```

Código fuente 5.2: Ejemplo de estructura de la petición de interacciones

Estas implementaciones permiten almacenar de manera estructurada y organizada las interacciones y compras realizadas por los usuarios durante su experiencia virtual en el portal de comercio electrónico de VR-ZOCO. Los datos almacenados son fundamentales para generar recomendaciones personalizadas y ofrecer una experiencia de compra y ocio enriquecedora para los usuarios.

5.10.5 Pruebas

Las primeras pruebas de validación del módulo de integración para verificar el correcto funcionamiento y cumplimiento de los requisitos del sistema son correctas en el estado actual de implementación de la interfaz basada en VR. Estas pruebas se centran en identificar posibles errores de integración y asegurar que todas las funcionalidades implementadas estuvieran operativas con los datos proporcionados a través de la interfaz VR.

5. RESULTADOS

5.10.6 Evaluación

En cuanto a evaluación, se organiza una nueva reunión de trabajo con el equipo de desarrollo para presentar y analizar los avances logrados hasta la fecha y discutir cómo se está produciendo el intercambio de datos en ambas direcciones. Los resultados obtenidos son satisfactorios.

Capítulo 6

Conclusiones

EN este capítulo se refleja el cumplimiento de los objetivos planteados en el Capítulo 2, junto con una enumeración de posibles líneas de mejora a visión de futuro.

6.1 Contexto

La problemática abordada en este TFG se centra en los desafíos que enfrentan las pequeñas empresas en un entorno cada vez más competitivo, especialmente con el auge de las compras en línea y el impacto negativo en los negocios físicos y las economías locales.

Para hacer frente a esta problemática, se ha desarrollado una solución tecnológica basada en IA para ofrecer recomendaciones automáticas a los usuarios del portal de comercio electrónico. Estas recomendaciones se basan en el perfil del usuario, teniendo en cuenta distintos factores como la edad, el gasto en el portal y sus preferencias en las categorías de los productos. La solución implementada proporciona recomendaciones personalizadas de productos de interés para cada usuario, así como recomendaciones de planes de ocio relacionados con el comercio local, con el objetivo de fortalecer la economía local.

6.2 Objetivos alcanzados

Como se estableció en el Capítulo 2 de este TFG, el objetivo general de este proyecto ha sido diseñar y desarrollar un sistema de recomendaciones automáticas. A continuación se muestran los objetivos que han sido alcanzados tras la realización de este proyecto.

- **OE1. Diseño y desarrollo de un módulo para la gestión de usuarios del portal.** Este objetivo ha sido alcanzado mediante la implementación el diseño y desarrollo de un módulo para la gestión de usuarios del portal, permitiendo el registro, inicio de sesión, actualización y eliminación de datos de manera segura y eficiente que como se explicó en el Capítulo 5.
- **OE2. Diseño y desarrollo de un módulo para la gestión de locales comerciales y de ocio.** Se ha logrado alcanzar este objetivo mediante la creación de un módulo que permite la gestión de locales comerciales y de ocio en el portal. El módulo proporciona funcionalidades para agregar, editar y eliminar locales, así como para visualizar

información relevante sobre cada local, como se expone en el Capítulo 5.

- **OE3. Diseño y desarrollo de un módulo que permita la gestión del catálogo de productos en venta asociándolos a tiendas.** Este objetivo se ha logrado mediante la implementación de un módulo que permite la gestión del catálogo de productos en el portal. El módulo permite agregar, editar y eliminar productos, así como asociarlos a tiendas específicas, como se muestra en el Capítulo 5.
- **OE4. Diseño y desarrollo de un módulo para la gestión de eventos.** Se ha alcanzado este objetivo mediante la implementación de un módulo que permite la gestión de eventos en el portal. El módulo ofrece funcionalidades para agregar, editar y eliminar eventos como se explicó ampliamente en el Capítulo 5.
- **OE5. Diseño y desarrollo de módulos que registren para cada usuario los datos esenciales para la generación de recomendaciones.** Este objetivo se ha alcanzado mediante la implementación de módulos que registran y almacenan los datos esenciales de cada usuario en el portal. Estos datos incluyen preferencias, historial de compras, interacciones realizadas, entre otros, se puede observar con más detalle en Capítulo 5.
- **OE6. Diseño y desarrollo de un módulo que sea capaz de categorizar a los usuarios en base a los datos recogidos para él, de manera que se pueda emplear para la realización de recomendaciones.** Se ha logrado alcanzar este objetivo mediante la implementación de un módulo de categorización de usuarios. Este módulo utiliza los datos recogidos de cada usuario, como sus preferencias y comportamiento, para categorizarlos en diferentes segmentos o perfiles haciendo uso de un algoritmo de *clustering* difuso. La explicación más detallada se puede ver en Capítulo 5.
- **OE7. Diseño y desarrollo de un motor de recomendaciones automáticas sobre posibles productos de interés.** Se ha alcanzado este objetivo mediante la implementación de un motor de recomendaciones automáticas que genera recomendaciones de productos de interés para cada usuario. El motor utiliza técnicas de análisis de datos y algoritmos de recomendación para analizar los datos de usuarios, sugiriendo así productos que podrían ser relevantes para cada usuario, como se puede ver en Capítulo 5.
- **OE8. Diseño y desarrollo de un motor de recomendaciones automáticas sobre planes de ocio.** Este objetivo ha sido alcanzado mediante la implementación de un motor de recomendaciones automáticas de planes de ocio personalizados para cada usuario, utilizando la categorización de usuarios para proporcionar recomendaciones adaptadas a sus intereses.
- **OE9. Integración de los módulos en una plataforma de VR-Shopping.** Este objetivo ha sido alcanzado mediante la implementación de una API que permite la comunicación y colaboración efectiva entre los módulos correspondientes a este TFG y la implementación de la RV.

En la Tabla 6.1 se incluye un resumen de los objetivos alcanzados y la iteración en la que se logró. Además, se hace un análisis del tiempo en el que se ha realizado, comparándolo con el estimado. Cabe destacar que el esfuerzo y el tiempo invertido está alineado con el trabajo como contratada en el proyecto con el grupo AIR.

Iteración	Objetivo Específico	Estimación Horas	Horas reales	Logrado
0	-	80	62	✓
1	OE1	56	56	✓
2	OE2	56	48	✓
3	OE3	56	50	✓
4	OE4	56	42	✓
5	OE5	80	73	✓
6	OE6	112	100	✓
7	OE7	84	84	✓
8	OE8	84	80	✓
9	OE9	28	20	✓
Total	OG	688	615	✓

Tabla 6.1: Análisis del Cumplimiento de Objetivos

Por otra parte, hay que destacar que durante el desarrollo de este trabajo se han adquirido todos los objetivos formativos planteados en el capítulo de objetivos (ver Cap. 2). Demostrando así, un alto nivel de competencia y conocimiento en los diferentes aspectos abordados, lo que ha fortalecido la capacidad para abordar desafíos en el campo de los sistemas de recomendación, utilizar librerías especializadas de Python, desarrollar interfaces web y aprovechar servicios externos como la API de Google Maps

En cuanto a los objetivos personales planteados también se consideran adquiridos. Las habilidades y competencias indicadas se han adquirido y/o mejorado gracias al tipo de proyecto realizado, la forma en la que se ha trabajado y en la que se ha fomentado la participación de la autora de este TFG. Además, el trabajo en un grupo de investigación ha sido fundamental para el desarrollo de habilidades como la autonomía y la proactividad. Esta experiencia ha fomentado mi capacidad de tomar la iniciativa y proponer soluciones de manera independiente. Además, el trabajo en grupo me ha permitido mejorar las habilidades de comunicación, colaboración y contribución activa a los objetivos del grupo.

6.3 Justificación de competencias adquiridas

En esta sección se encuentran las competencias adquiridas durante el desarrollo de este TFG.

- [CM4] Capacidad para diseñar y construir sistemas que hagan uso de las téc-

nicas de los sistemas inteligentes. Esta competencia ha sido adquirida a través del diseño y desarrollo de distintos módulos y motores en el proyecto. Estos componentes han incorporado técnicas de sistemas inteligentes como la captura y almacenamiento eficiente de datos, la categorización mediante algoritmos de *clustering* difuso y la generación automática de recomendaciones personalizadas, tanto de productos como de lugares de ocio.

- **[CM5] Adquisición y representación computacional del conocimiento humano para la resolución de problemas en sistemas informáticos.** Esta competencia ha sido adquirida a través del diseño y desarrollo de los distintos módulos y funcionalidades del proyecto. Durante el proceso, se ha adquirido el conocimiento humano para realizar la gestión de usuarios, locales comerciales, locales de ocio, catálogo de productos, eventos, compras e interacciones. Este conocimiento se ha representado de manera computacional, permitiendo así el correcto desarrollo del proyecto.

6.4 Trabajo futuro

En esta sección, se presentan las posibles mejoras que se incorporarán al portal y en los que espera trabajar la autora de este TFG:

- **Mejora de la integración con el módulo de RV.** Esto implica explorar formas de sincronizar de manera más eficiente los datos y la interacción entre el sistema de comercio electrónico y el módulo de RV. Al mejorar esta integración, se busca lograr una transición más fluida entre la visualización de productos en VR y el proceso de compra en línea, brindando una experiencia inmersiva y sin interrupciones para los usuarios.
- **Mejora en la generación de recomendaciones.** Esto conlleva la inclusión de información contextual en el proceso de recomendación. Esto implica tener en cuenta factores como la ubicación geográfica, la temporada del año, las preferencias específicas del usuario en diferentes momentos del día, entre otros. Estos datos adicionales pueden ayudar a refinar las recomendaciones y hacerlas más personalizadas. Además de agregar la posibilidad de evaluar y proporcionar información sobre las recomendaciones generadas.
- **Incorporación de gamificación.** Esto permitiría agregar elementos de gamificación al proceso de compra en el portal VR-ZOCO para aumentar así la participación y el compromiso de los usuarios. Estos elementos pueden incluir desafíos, recompensas, niveles o logros que los usuarios puedan desbloquear a medida que interactúan con el portal.

ANEXOS

Anexo A

Mockups para el diseño del prototipo web

Inicio de sesión

ID

Iniciar sesión

Botón encargado de ingresar a la cuenta del usuario

¿Necesitas una cuenta? Crea una ahora

Hipervínculo para crear una cuenta de usuario

(a)

Crear una cuenta de usuario

ID

Género

Ciudad

Edad

Botón encargado de crear la cuenta del usuario

Crear cuenta

(b)

Usuario 1

Información sobre la cuenta

Género

Ciudad

Edad

Botón encargado de actualizar la cuenta del usuario

Actualizar

Eliminar

Botón encargado de eliminar la cuenta del usuario

(c)

Figura A.1: *Mockups* correspondientes a la Iteración 1.

Inicio de sesión

Tipo de cliente

ID

Iniciar sesión

Botón encargado de ingresar a la cuenta

¿Necesitas una cuenta? [Crea una ahora](#)

Hiperenlace para crear una cuenta

(a)

Crear Cuenta

Tipo de cliente

Siguiente



Botón encargado de seleccionar el tipo de cliente

¿Ya tienes una cuenta? [Inicia sesión](#)

Hiperenlace para iniciar sesión

(b)

Figura A.2: *Mockups* correspondientes a la Iteración 2.

Agregar Producto



ID del producto

Precio


Agregar producto

Botón encargado de agregar el producto

(a)



Mis Productos

Foto	ID	Categoría	Precio	Acciones
	1	Deportes	56	<div>Editar</div> <div>Eliminar</div>
		.		
		.		
		.		

Botón encargado de editar el producto

Botón encargado de eliminar el producto




(b)







Productos

Categorías

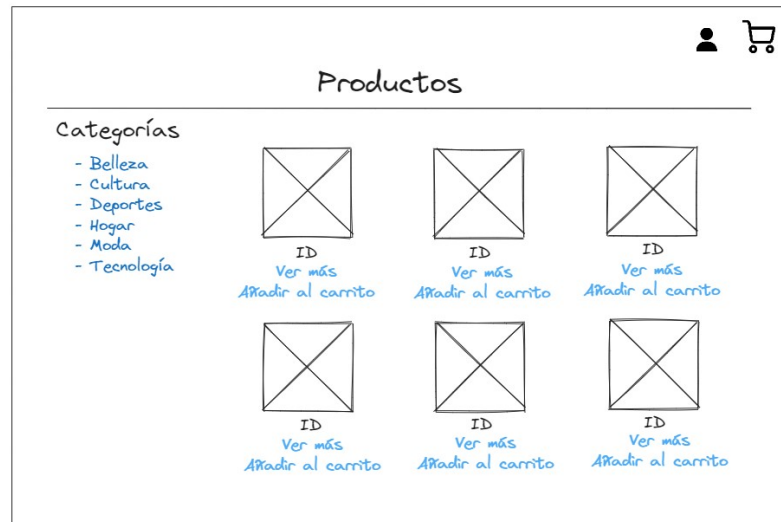
- Belleza
- Cultura
- Deportes
- Hogar
- Moda
- Tecnología

 ID
 ID
 ID

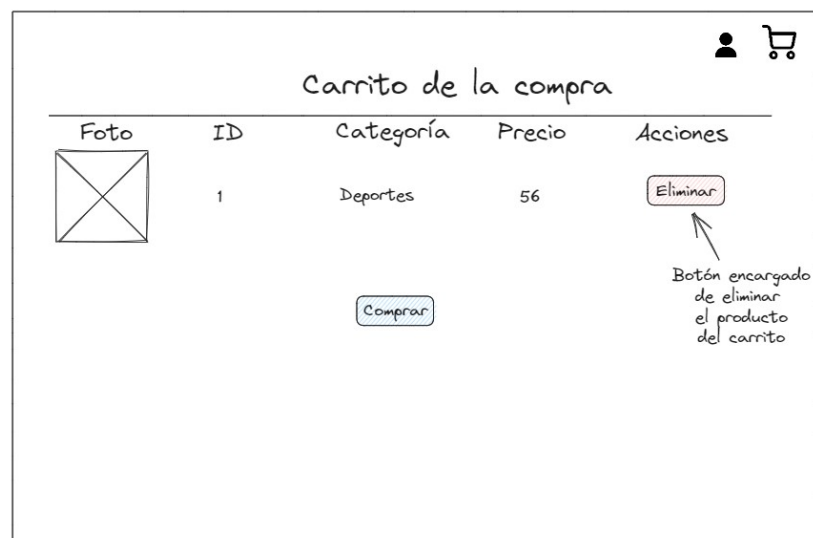
 ID
 ID
 ID

(c)

Figura A.3: *Mockups* correspondientes a la Iteración 3.



(a)



(b)

Figura A.4: Mockups correspondientes a la Iteración 5.

Usuario 1

Información sobre la cuenta

Gender

City

Age

Actualizar

Eliminar

Belleza 2%

Cultura 4%

Deportes 84%

Hogar 3%

Moda 1%

Tecnología 6%

Figura A.5: *Mockup* correspondiente a la Iteración 6.

Crear una cuenta de usuario

ID

Género

Ciudad

Edad

☐ Preferencias

Botón encargado de crear la cuenta del usuario →

(a)

Preferencias del usuario

Belleza ☐

Cultura ☐

Deportes ☐

Hogar ☐

Moda ☐

Tecnología ☐

Botón encargado de guardar las preferencias del usuario →

(b)

Figura A.6: *Mockups* correspondientes a la Iteración 7.



Figura A.7: *Mockup* correspondiente a la Iteración 8.

Anexo B

Resultados finales del prototipo web

VR-ZOCO

Proyecto VR-Shopping

Productos

0

Agregar Evento

ID del Evento

Nombre del Evento

Tipo

temporal

Fecha

dd/mm/aaaa

Categoria

belleza

Hora

Duracion

Agregar Evento

Sobre Nosotros

Contáctanos

Newsletter

Email

Subscribe

Figura B.1: Pantalla con el formulario para agregar eventos a VR-ZOCO.

VR-ZOCO

Proyecto VR-Shopping

Productos

0

Agregar Producto

ID del Producto

Precio

Agregar Producto

Sobre Nosotros

Contáctanos

Newsletter

Email

Subscribe

Figura B.2: Pantalla con el formulario para agregar productos a VR-ZOCO.

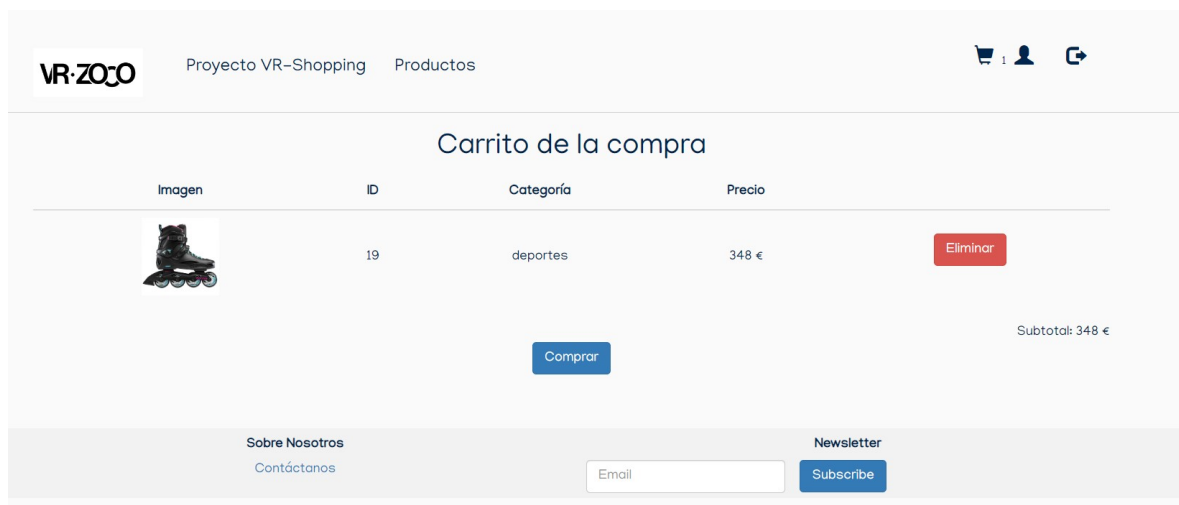


Figura B.3: Pantalla la representación del carrito de VR-ZOCO.

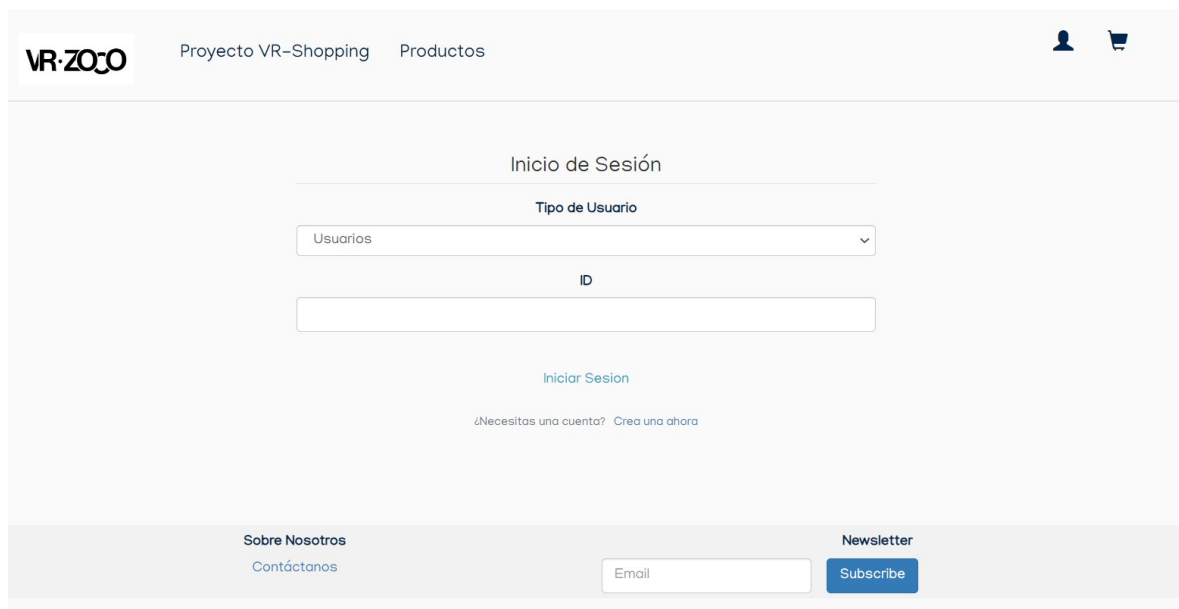


Figura B.4: Pantalla con el formulario para iniciar sesión como usuario.

VR-ZOCO Proyecto VR-Shopping Productos

Inicio de Sesión

Tipo de Usuario

Usuarios
Usuarios
Tienda
Ocio

Iniciar Sesión

¿Necesitas una cuenta? Crea una ahora

Sobre Nosotros Contáctanos

Email

Newsletter Subscribe

Figura B.5: Pantalla para seleccionar el tipo de cliente en el portal VR-ZOCO.

VR-ZOCO Proyecto VR-Shopping Productos

1
ocio

Información sobre la cuenta

nombre_lugar
Espacio Serendipia

ubicacion
Calatrava, 21, Ciudad Real

Mis eventos

Guardar cambios

Eliminar

Sobre Nosotros Contáctanos

Email


Newsletter Subscribe


Figura B.6: Pantalla para representar la información sobre los locales de ocio.


VR·ZOJO


Proyecto VR-Shopping

Productos

 0







1

tienda

Información sobre la cuenta

nombre

Scorer

ubicacion

Feria, 5, Ciudad Real

Mis productos

Guardar cambios

Eliminar

Sobre Nosotros

Contáctanos

Newsletter

Email

Subscribe

Figura B.7: Pantalla para representar la información sobre los locales comerciales.

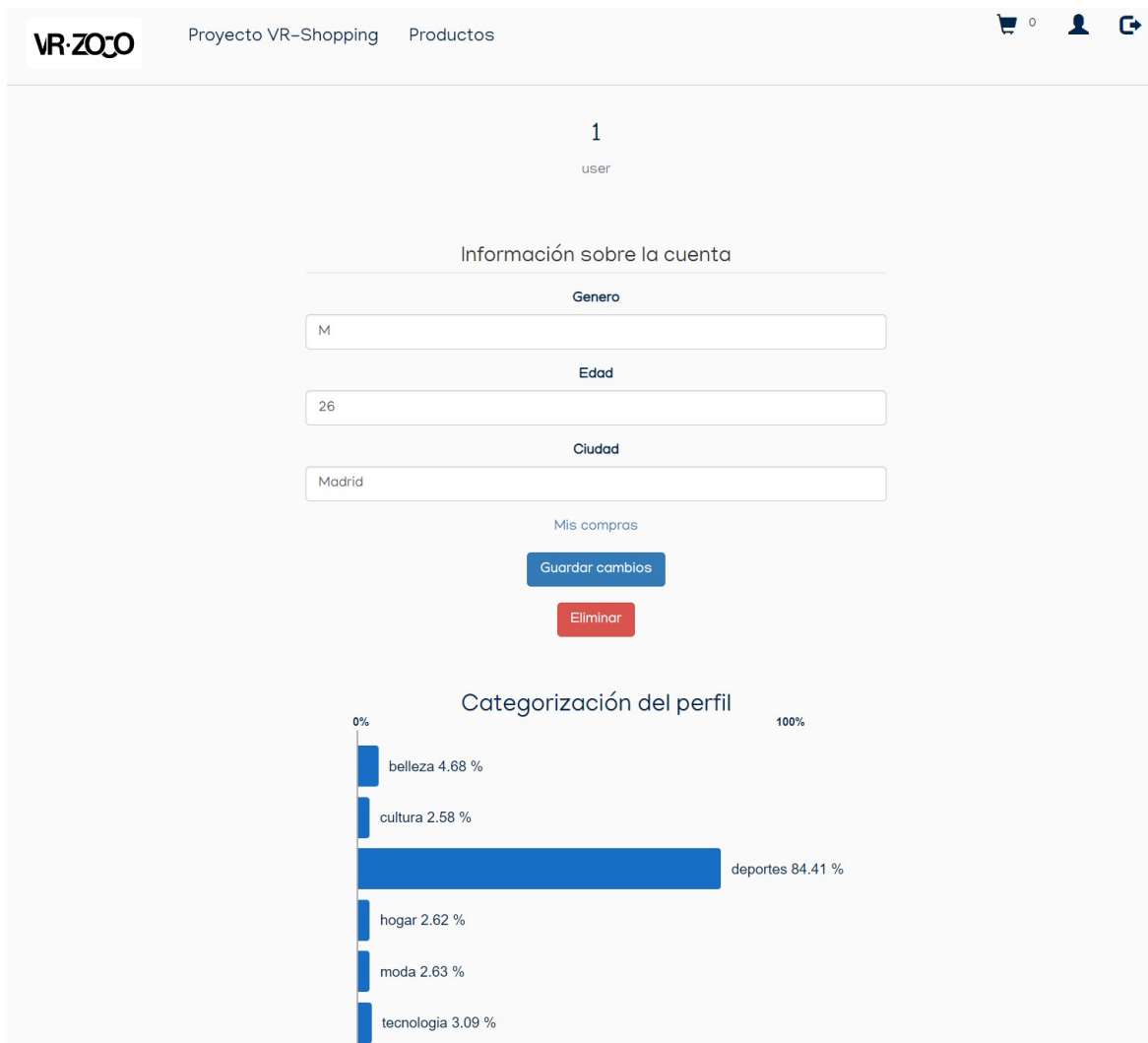


Figura B.8: Pantalla para representar la información sobre los usuarios

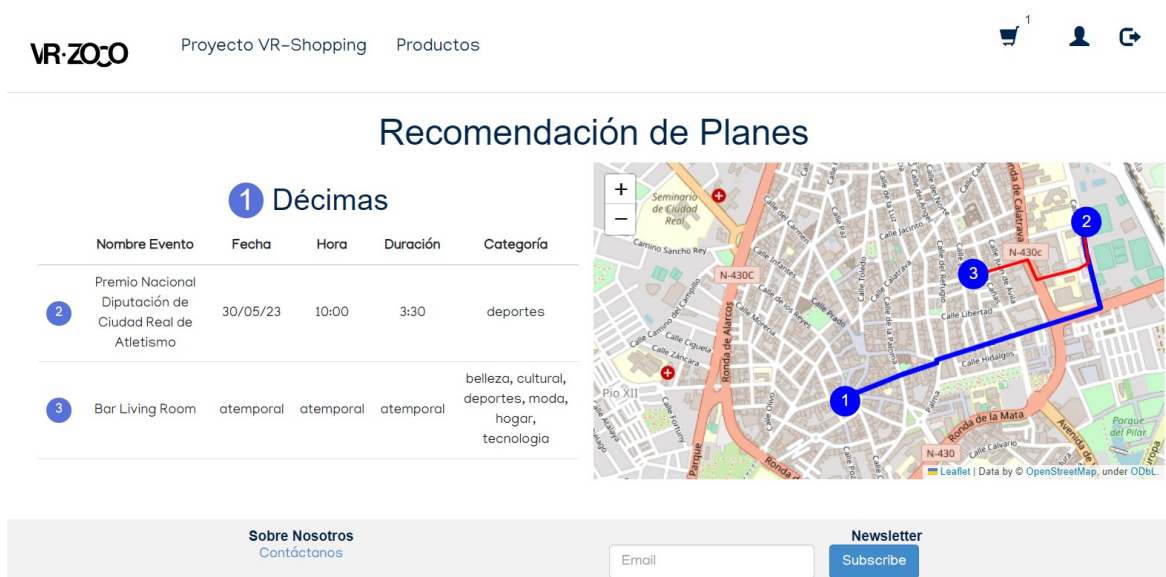


Figura B.9: Pantalla para representar la secuencia de planes y la ruta a seguir

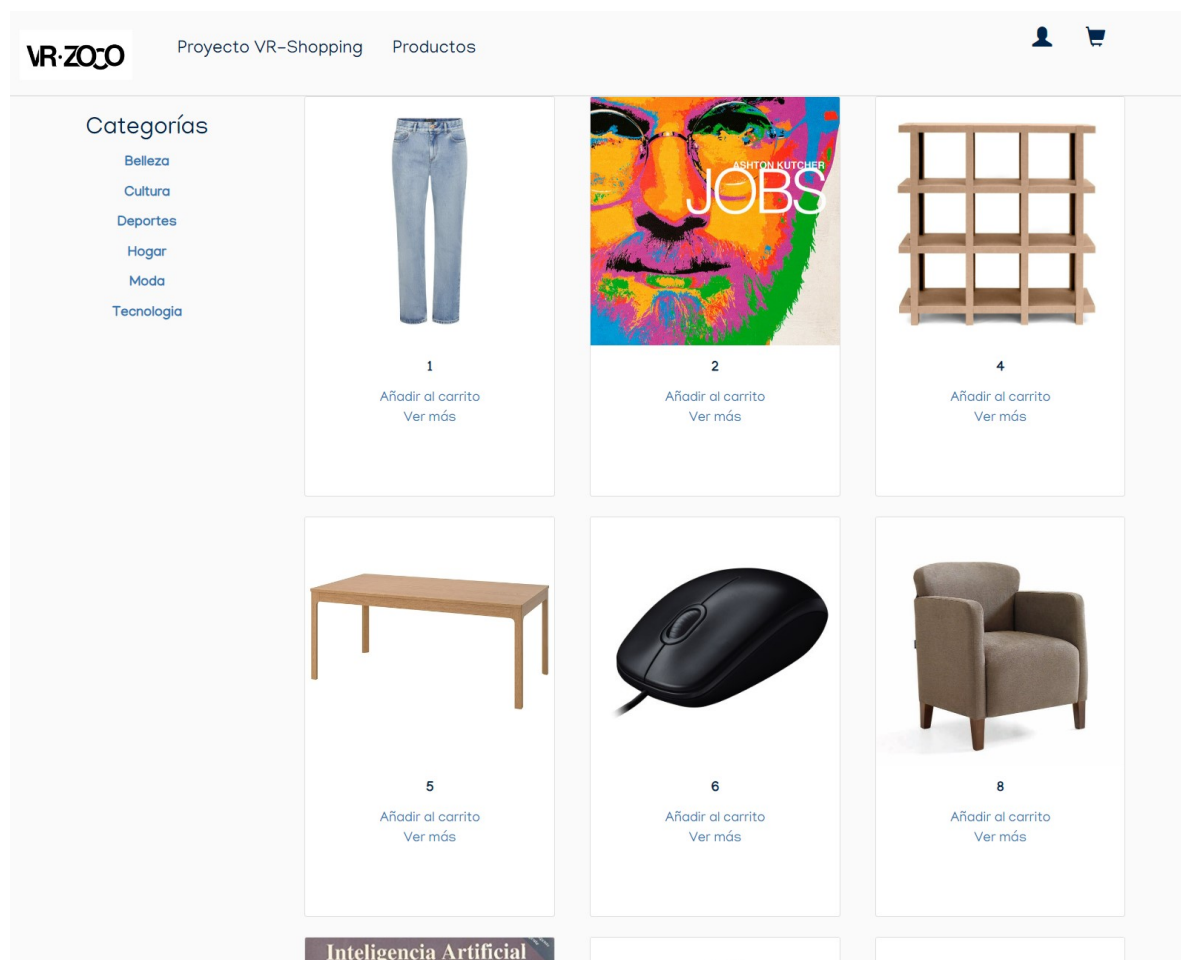


Figura B.10: Pantalla para representar los distintos productos asociados al portal VR-ZOCO.

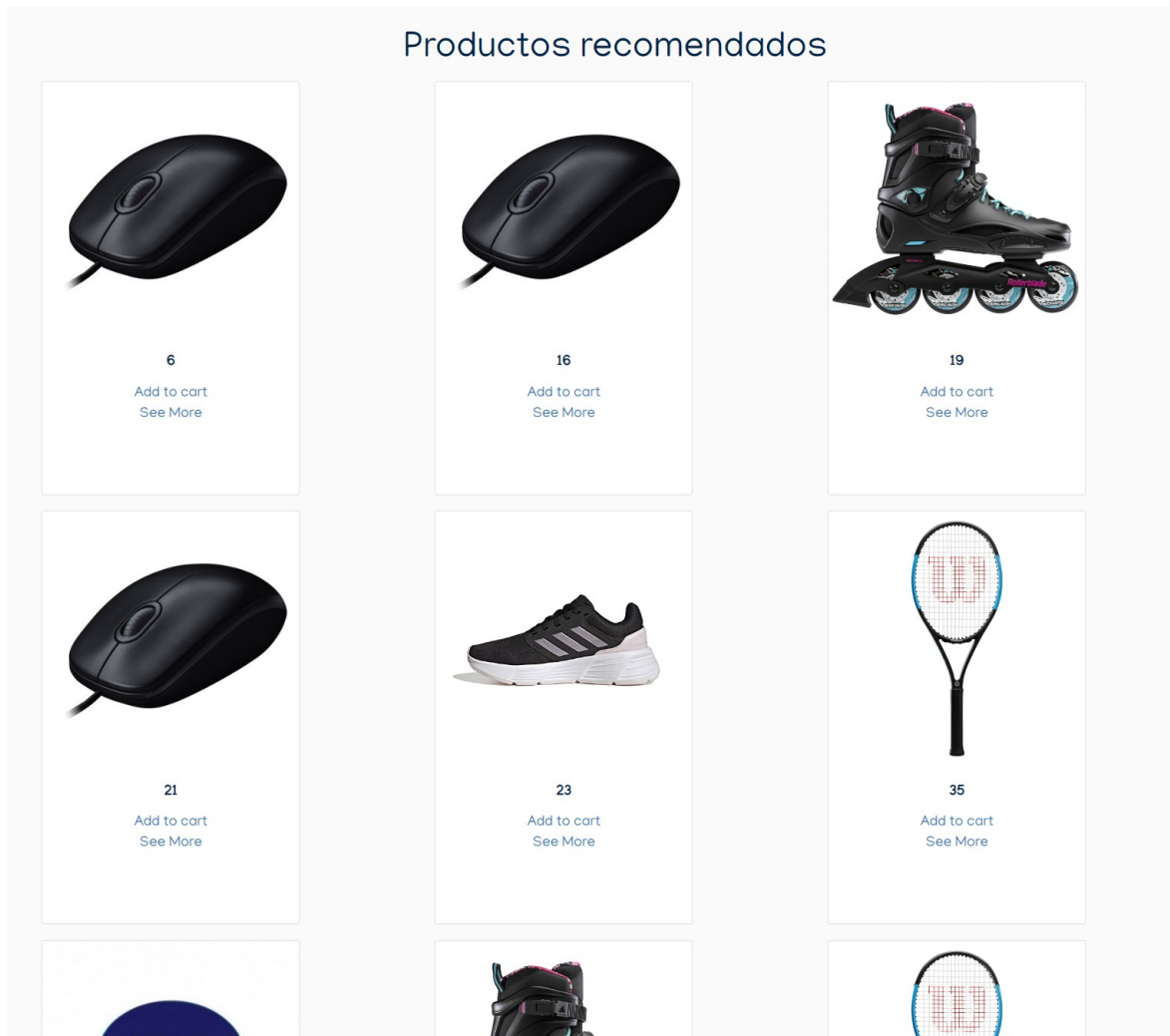


Figura B.11: Pantalla para representar la recomendación de productos para un usuario.

Figura B.12: Pantalla con el formulario para registrar locales de ocio en VR-ZOCO.

The screenshot displays the VR-ZOCO website interface. At the top, the logo 'VR-ZOCO' is on the left, and navigation links 'Proyecto VR-Shopping' and 'Productos' are in the center. On the right, there are icons for a user profile and a shopping cart. The main heading is 'Crear cuenta de local comercial'. Below this, the form includes five input fields: 'ID', 'nombre', 'categoria' (a dropdown menu currently showing 'belleza'), and 'ubicacion'. A 'Crear Cuenta' link is positioned below the form fields. The footer contains a 'Sobre Nosotros' link with a 'Contáctanos' sub-link, an email subscription field with a 'Subscribe' button, and a 'Newsletter' label.

Figura B.13: Pantalla con el formulario para registrar locales comerciales en VR-ZOCO.

The screenshot displays the VR-ZOCO website interface for user registration. The top navigation bar is identical to the previous figure, with the 'VR-ZOCO' logo, 'Proyecto VR-Shopping' and 'Productos' links, and user/shopping cart icons. The main heading is 'Crear cuenta de usuario'. The form consists of five input fields: 'ID', 'Genero', 'Ciudad', 'Edad', and 'Preferencias' (which includes a checkbox). A 'Crear Cuenta' link is located below the form. The footer section remains the same, featuring 'Sobre Nosotros' and 'Contáctanos' links, an email subscription field with a 'Subscribe' button, and a 'Newsletter' label.

Figura B.14: Pantalla con el formulario para registrar usuarios en VR-ZOCO.

The screenshot shows the VR-ZOCO website header with the logo, navigation links for 'Proyecto VR-Shopping' and 'Productos', and user icons. A green notification bar states 'Usuario 568 registrado correctamente'. The main section is titled 'Preferencias del usuario' and contains a list of categories with checkboxes: 'belleza', 'cultura', 'deportes', 'hogar', 'moda', and 'tecnologia'. A 'Guardar preferencias' button is at the bottom of this section. The footer includes 'Sobre Nosotros' with a 'Contáctanos' link, a 'Newsletter' section with an email input field and a 'Subscribe' button.

Figura B.15: Pantalla con el formulario para registrar preferencias de los usuarios en VR-ZOCO.

The screenshot shows the VR-ZOCO website header. The main section is titled 'Crear Cuenta'. It features a 'Tipo de Usuario' dropdown menu with 'Usuarios' selected. Below the dropdown is a 'Siguiente' button. At the bottom of the main section, there is a link that says 'Already Have An Account? Sign In'. The footer is identical to the previous screenshot, with 'Sobre Nosotros', 'Contáctanos', and the 'Newsletter' subscription form.

Figura B.16: Pantalla representando la selección de tipo de cliente para su registro.

The screenshot shows the VR-ZOJO login interface for commercial stores. At the top, the navigation bar includes the VR-ZOJO logo, links for 'Proyecto VR-Shopping' and 'Productos', and user icons. The main heading is 'Inicio de Sesión'. Below it, a dropdown menu labeled 'Tipo de Usuario' is set to 'Tienda'. An 'ID' input field is present. A link 'Iniciar Sesión' is centered below the input fields. At the bottom, there is a link '¿Necesitas una cuenta? Crea una ahora'. The footer contains 'Sobre Nosotros' with a 'Contáctanos' link, an email input field, and a 'Newsletter' section with a 'Subscribe' button.

Figura B.17: Pantalla para representar el inicio de sesión de locales comerciales.

This screenshot shows the VR-ZOJO login interface for leisure venues. The layout is identical to the previous one, but the 'Tipo de Usuario' dropdown menu is now set to 'Ocio'. The 'Iniciar Sesión' link and the footer elements remain the same.

Figura B.18: Pantalla para representar el inicio de sesión de locales de ocio.

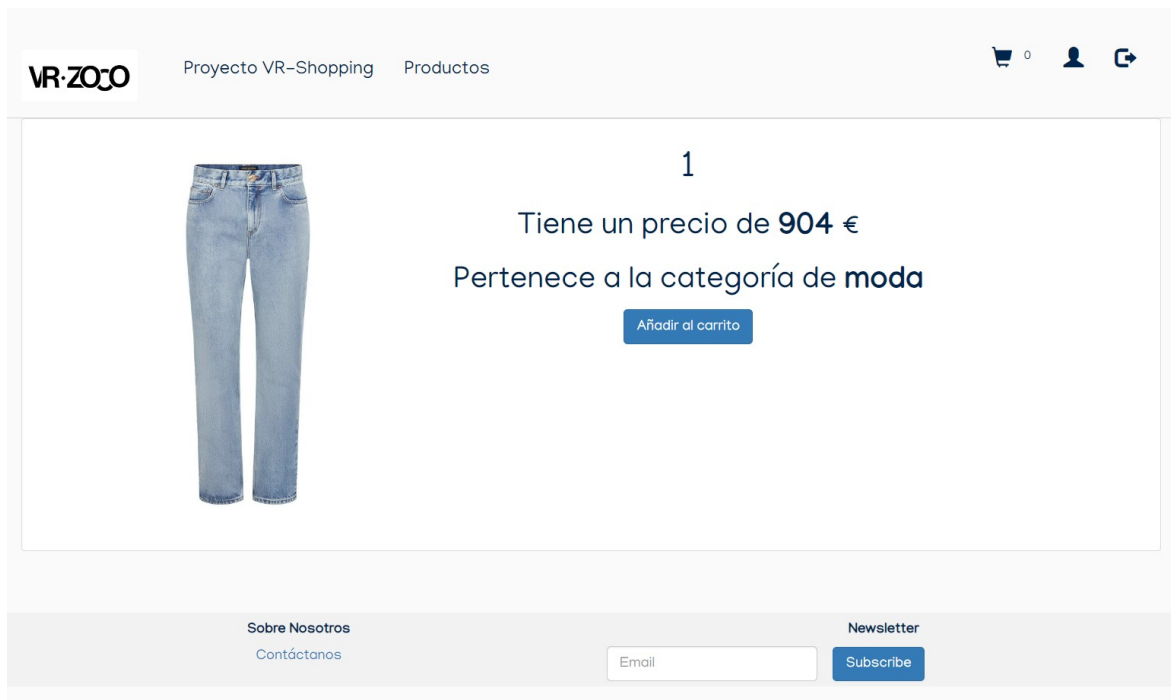


Figura B.19: Pantalla para representar la información detallada sobre el producto.

VR-ZOZO Proyecto VR-Shopping Productos

Mis Productos

Foto del Producto	ID	Categoría	Precio	Acciones
	19	deportes	348	Editar Eliminar
	27	deportes	101	Editar Eliminar
	35	deportes	835	Editar Eliminar
	45	deportes	791	Editar Eliminar
	89	deportes	916	Editar Eliminar
	96	deportes	727	Editar Eliminar
	23	deportes	642	Editar Eliminar

Figura B.20: Pantalla para representar los productos asociados a un local comercial.

VR·ZOO

Proyecto VR-Shopping

Productos

 0







Mis Eventos

ID	Nombre	Categoría	Tipo	Fecha	Hora	Duración	Acciones
1	Máquinas aprendiendo, humanos en alerta	tecnología	temporal	17/05/23	19:00	2:00	<div>Editar</div> <div>Eliminar</div>
2	La literatura y el vino	cultura	temporal	28/04/23	19:30	2:00	<div>Editar</div> <div>Eliminar</div>

Sobre Nosotros

[Contáctanos](#)

Newsletter

Subscribe

Figura B.21: Pantalla para representar los eventos asociados a un local de ocio.

Anexo C

Diagrama entidad-relación final de la Base de Datos

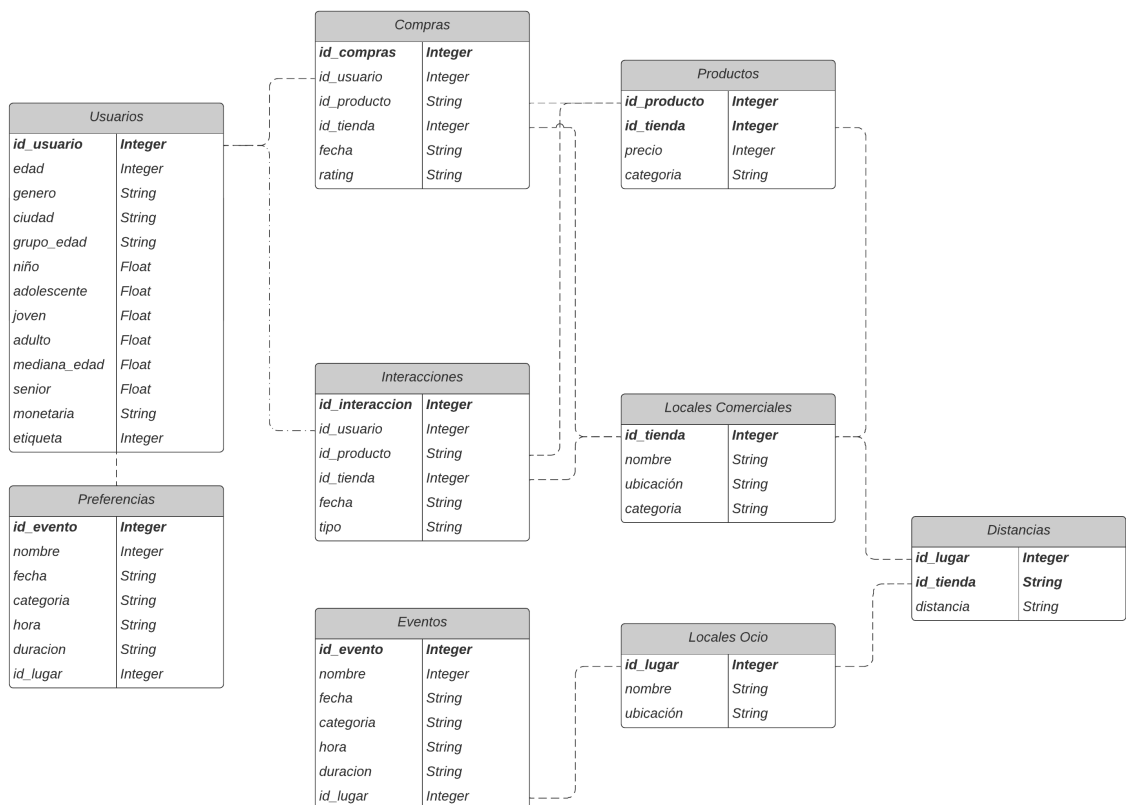


Figura C.1: Esquema entidad-relación correspondiente a la estructura de la base de datos del proyecto.

Anexo D

Estructura del repositorio

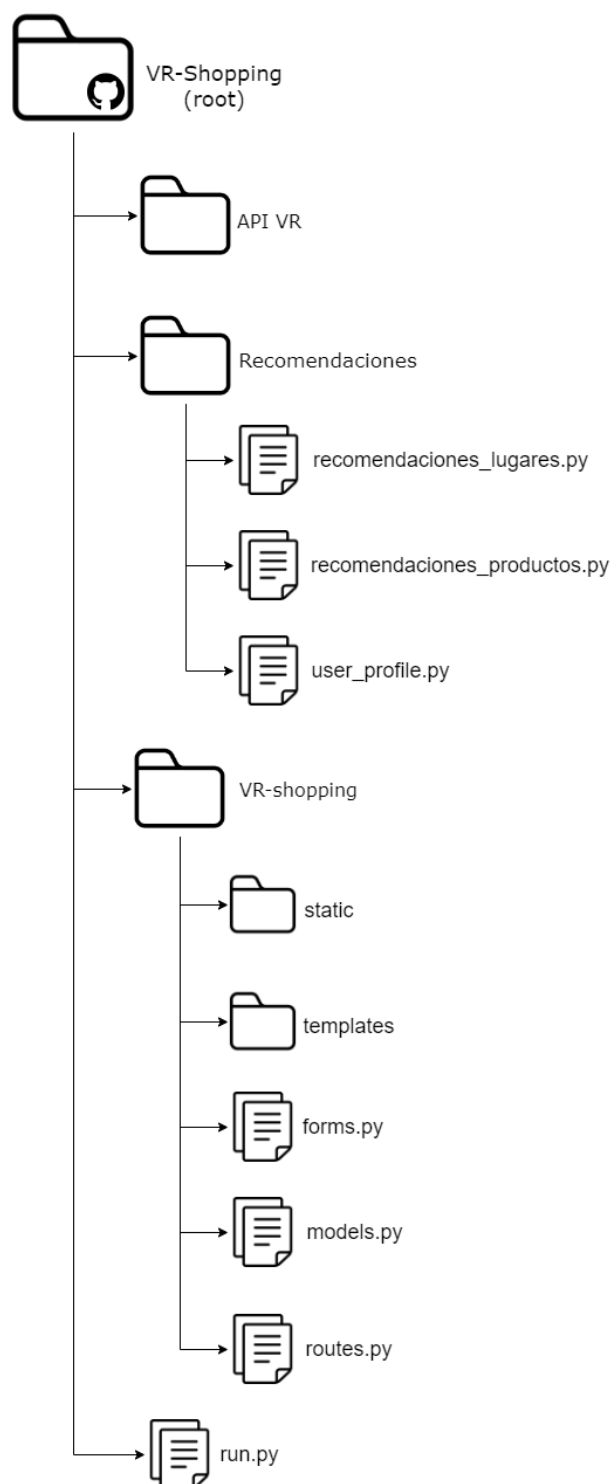


Figura D.1: Estructura del repositorio del proyecto.

Anexo E

Algoritmos del proyecto

Algoritmo 2 Método para obtener la primera recomendación de un lugar para un usuario

```
function OBTENER_PRIMER_PLAN(df, usuario_recomendacion, pertenencia_cluster)  
  diccionario_cluster ← obtener_diccionario_clustering()  
  pertenencia_usuario ← vector de pertenencia del usuario con los clusters  
  clusters ← obtener_clusters(pertenencia_usuario)  
  recomendaciones_solo_etiqueta ← DataFrame vacío  
  recomendaciones_mas_etiquetas ← DataFrame vacío  
  
  for cada cluster en clusters do  
    categoria_cluster ← diccionario_cluster[cluster]  
    seleccion_solo_etiqueta ← eventos con la categoria_cluster como única etiqueta  
    seleccion_con_otros ← eventos que contienen la categoria_cluster junto con otras  
    etiquetas  
    Agregar seleccion_solo_etiqueta a recomendaciones_solo_etiqueta  
    Agregar seleccion_con_otros a recomendaciones_mas_etiquetas  
    recomendaciones_solo_etiqueta["peso"] ← pertenencia_usuario[cluster]  
    recomendaciones_mas_etiquetas["peso"] ← pertenencia_usuario[cluster]  
  end for  
  
  recomendaciones_solo_etiqueta["peso"] ← recomendaciones_solo_etiqueta["peso"] ×  
  1,10  
  recomendaciones ← concatenar ambas recomendaciones  
  
  distancia ←  $(1 - (\frac{\text{recomendaciones}["distancia"]}{\text{recomendaciones}["distancia"].max()}))$   
  
  recomendaciones["preferencia"] ← recomendaciones["peso"] × 0,9 + distancia ×  
  0,1  
  recomendaciones ← ordenar recomendaciones por preferencia en orden descendente  
  return el primer elemento de recomendaciones  
end function
```

Algoritmo 3 Algoritmo para obtener el *cluster* correspondiente teniendo en cuenta su dominancia

Entrada: Datos de grados de pertenencia de un usuario, $X_{\text{grados_pertenencia}}$

Salida: *Clusters* a los que pertenece el usuario X

$\text{maxima_pertenencia} \leftarrow$ máximo valor en $\text{grados_pertenencia}$

$\text{umbral} \leftarrow 0.1$

if $\text{maxima_pertenencia} > 0.5$ **then**

$\text{clusters} \leftarrow$ [índice de $\text{maxima_pertenencia}$ en $X_{\text{pertenencia}}$]

else

$\text{diferencias} \leftarrow \text{maxima_pertenencia} - \text{array_pertenencia}$

$\text{clusters} \leftarrow$ índices donde $\text{diferencias} < \text{umbral}$

end if

return clusters

Referencias

Bibliografía

- [AAST12] Devendra Agarwal, R.P. Agarwal, J.B. Singh, y S.P. Tripathi. E-Commerce: True Indian Picture. *Journal of Advances in Information Technology*, 3, 11 2012.
- [Bur02] Robin Burke. Hybrid Recommender Systems: Survey and Experiments. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 2002.
- [CR21] Ismael Caballero y Moisés Rodríguez. Software Development Methodologies, 2021. Apuntes de la asignatura Software Engineering II.
- [DSD17] Debashis Das, Laxman Sahoo, y Sujoy Datta. A Survey on Recommendation System. *International Journal of Computer Applications*, 160:6–10, 02 2017.
- [EBMA⁺18] Alaa El Boudali, Fabrice Mantelet, Ameziane Aoussat, Julien Berthomier, y Florian Leray. *A State of Art on Kansei-Engineered Virtual Shops: A Study on the Possibilities of V-Commerce*, páginas 11–19. 03 2018.
- [ERK11] Michael D. Ekstrand, John T. Riedl, y Joseph A. Konstan. Collaborative Filtering Recommender Systems. *Found. Trends Hum.-Comput. Interact.*, 4(2), 2011.
- [FJN⁺14] Alexander Felfernig, Michael Jeran, Gerald Ninaus, Florian Reinfrank, Stefan Reiterer, y Martin Stettinger. *Basic Approaches in Recommendation Systems*, páginas 15–37. 12 2014.
- [FKB22] Richard Fedorko, Štefan Král', y Radovan Bačík. *Artificial Intelligence in E-commerce: A Literature Review*, páginas 677–689. 07 2022.
- [GNOT92] David Goldberg, David Nichols, Brian M. Oki, y Douglas Terry. Using Collaborative Filtering to Weave an Information Tapestry. *Commun. ACM*, 35(12):61–70, 1992.

- [IFO15] Folasade Isinkaye, Yetunde Folajimi, y Bolanle Ojokoh. Recommendation systems: Principles, methods and evaluation. *Egyptian Informatics Journal*, 16, 08 2015.
- [Lin21] Xiaoxin Lin. Sentiment Analysis of E-Commerce Customer Reviews Based on Natural Language Processing. En *Proceedings of the 2020 2nd International Conference on Big Data and Artificial Intelligence*, ISBDAI '20, página 32–36. Association for Computing Machinery, 2021. url: <https://doi.org/10.1145/3436286.3436293>.
- [LLLS22] Bei Luo, Raymond Lau, Chunping Li, y Yain Whar Si. A critical review of state-of-the-art chatbot designs and applications. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 12, 01 2022.
- [LRU14] Jure Leskovec, Anand Rajaraman, y Jeffrey David Ullman. *Mining of Massive Datasets*. Cambridge University Press, USA, edición 2nd, 2014.
- [LSY03] G. Linden, B. Smith, y J. York. Amazon.com recommendations: item-to-item collaborative filtering. *IEEE Internet Computing*, 7(1):76–80, 2003.
- [MS10] Prem Melville y Vikas Sindhwani. Recommender Systems. En *Encyclopedia of Machine Learning and Data Mining*, 2010.
- [OODRBE21] Victoria Oguntosin, Ayobami Olomo, y Babak Daneshvar Rouyendegh (B. Erdebilli). Development of an E-Commerce Chatbot for a University Shopping Mall. *Appl. Comp. Intell. Soft Comput.*, 2021, 2021. url: <https://doi.org/10.1155/2021/6630326>.
- [RIS⁺94] Paul Resnick, Neophytos Iacovou, Mitesh Suchak, Peter Bergstrom, y John Riedl. GroupLens: An Open Architecture for Collaborative Filtering of Netnews. En *Proceedings of the 1994 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work*, página 175–186. Association for Computing Machinery, 1994.
- [RN16] S. Russell y P. Norvig. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Always learning. Pearson, 2016.
- [RRSK10] Francesco Ricci, Lior Rokach, Bracha Shapira, y Paul B. Kantor. *Recommender Systems Handbook*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, edición 1st, 2010.
- [RS22] Francisco Pascual Romero y Jesús Serrano. Machine Learning, 2022. Apuntes de la asignatura Machine Learning.

- [Sam59] A. L. Samuel. Some Studies in Machine Learning Using the Game of Checkers. *IBM Journal of Research and Development*, 3(3):210–229, 1959.
- [SL17] Brent Smith y Greg Linden. Two Decades of Recommender Systems at Amazon.com. *IEEE Internet Computing*, 21(3):12–18, 2017.
- [SMB20] Aiswarya Surendran, Reena Murali, y Remesh K. R. Babu. Conversational AI - A Retrieval Based Chatbot. EasyChair Preprint no. 4020, EasyChair, 2020.
- [SMC⁺20] Prissadang Suta, Pornchai Mongkolnam, Jonathan Chan, Xi Lan, y Biting Wu. An Overview of Machine Learning in Chatbots. *International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research*, 9:502–510, 2020.
- [SRAG21] Deeksha Shravani, Prajwal Y R, Prajwal V Atreyas, y Shobha G. VR Supermarket: a Virtual Reality Online Shopping Platform with a Dynamic Recommendation System. En *2021 IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Virtual Reality (AIVR)*, páginas 119–123, 2021.
- [SSBD14] Shai Shalev-Shwartz y Shai Ben-David. *Understanding Machine Learning: From Theory to Algorithms*. Cambridge University Press, 2014.
- [SV19] Tuva Smestad y Frode Volden. *Chatbot Personalities Matters: Improving the User Experience of Chatbot Interfaces*, páginas 170–181. 04 2019.
- [VZ19] Dimiter Velev y Plamena Zlateva. Analysis of v-Commerce as the New Online Sales Channel. 9:131–137, 06 2019.
- [Yan93] M.-S. Yang. A survey of fuzzy clustering. *Mathematical and Computer Modelling*, 18(11):1–16, 1993.
- [ZCG98] J.M. Zheng, K.W. Chan, y I. Gibson. Virtual reality. *IEEE Potentials*, 17(2):20–23, 1998.
- [Zwa96] Vladimir Zwass. Electronic commerce: Structures and issues. *International Journal of Electronic Commerce*, 1(1):3–23, fall 1996.

Webgrafía

- [Alt08] Rony Altamirano. Diseño de Sistemas. <https://www.slideshare.net/punk.kekito/diseo-de-sistemas-presentation-667665>, 2008.
- [Bla18] Jordie Black. Dynamic Pricing and AI. <https://prisync.com/blog/dynamic-pricing-and-ai/#how-dynamic-pricing-works-in-e-commerce>, 2018.

- [Cas23] José Jesús Castro. Material de Comercio Electrónico. Blog disponible en URL: <http://www.esi.uclm.es/www/jjcastro/coe>, Accedido el 21/04/2023. url: <http://www.esi.uclm.es/www/jjcastro>.
- [CS15] Jose Jesús Castro Sánchez. Evolución y Futuro del Comercio Electrónico, 2015. url: <https://www.esi.uclm.es/www/jjcastro/coe/evolucion.html>.
- [Ec21] E-commerceDB. Age distribution of online shopping categories in the U.S., 2021. url: <https://ecommercedb.com/insights/age-distribution-of-online-shopping-categories-in-the-u-s/4128>.
- [Fre] Freepng. Sistemas de desarrollo del ciclo de vida. <https://www.freepng.es/png-myvfas/>. Accedido el 12 de junio de 2023.
- [GI21] Juan González Infantes. Desarrollo Iterativo e Incremental, 2021. url: <https://devtia.com/post/desarrollo-iterativo-e-incremental>.
- [Har19] Larry Hardesty. The History of Amazon's Recommendation Algorithm. <https://www.amazon.science/the-history-of-amazons-recommendation-algorithm>, 2019.
- [HJ21] Tom Huddleston Jr. How much revenue tech giants like Amazon and Apple make per minute. <https://www.cnbc.com/2021/05/01/how-much-revenue-tech-giants-like-amazon-and-apple-make-per-minute.html>, 2021.
- [HJ22] Peter Harrigan Jr. How Amazon Uses AI to Dominate eCommerce. <https://www.godatafeed.com/blog/how-amazon-uses-ai-to-dominate-ecommerce>, 2022.
- [Mor18] Blake Morgan. How Amazon Has Reorganized Around Artificial Intelligence and Machine Learning. <https://www.forbes.com/sites/blakemorgan/2018/07/16/how-amazon-has-reorganized-around-artificial-intelligence-and-machine-learning/?sh=3faec16d7361>, 2018.
- [StaSf] Statista. VR (B2C) - Worldwide Revenue Forecast. Statista, S.f. url: [<https://www.statista.com/forecasts/1337169/vr-b2c-market-revenue-worldwide>].
- [Tho20] Bergur Thormundsson. Worldwide Reasons for Adopting AI. <https://www.statista.com/statistics/747775/worldwidereasons-for-adopting-ai/>, 2020.
- [We 23] We Are Social. Digital 2023 Global Overview Report. <https://wearesocial.com/wp-content/uploads/2023/03/Digital-2023-Global-Overview-Report.pdf>, 2023.

Este documento fue editado y tipografiado con \LaTeX empleando la clase **esi-tfg** (versión 0.20181017) que se puede encontrar en:
https://bitbucket.org/esi_atc/esi-tfg

