



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO

ESCOM

Trabajo Terminal 11

**“Aplicación Móvil para la Recomendación y Visualización de
Platillos en Restaurantes por Medio de Realidad Aumentada”**

2020-B063

Presentan

**Celaya Ordaz Marco Antonio,
Perez Cruz Pamela Lizeth,
Rojas Zepeda Luis Eduardo**

Directores

**Dra. Fabiola Botello Ocampó,
Dr. Jesús Alberto Flores Cruz**



Diciembre 2021

INDICE

1	Introducción.	5
1.1	Planteamiento del problema.	6
1.2	Propuesta de solución.	6
1.3	Objetivo	6
1.3.1	Objetivo general	6
1.3.2	Objetivos específicos	6
1.4	Justificación	7
2	Marco teórico	8
2.1	Estado del arte.	8
2.2	Conceptos clave.	9
	Realidad virtual	9
	Realidad Aumentada	9
	Funcionamiento de la Realidad Aumentada	9
	Tipos de Realidad Aumentada	10
	Aplicación de la Realidad Aumentada	11
	Diferencia entre la Realidad Aumentada y la Realidad Virtual	12
	Beneficios de la Realidad Aumentada	12
	Aplicación Móvil	15
	Sistema Operativo	15
	Tipos de Sistemas Operativos para Celulares	15
	Tipos de Aplicaciones Móviles	19
	Sistema de recomendación	20
	Funciones de los sistemas de recomendación:	20
	Formas de clasificación	20
	Tipos de sistemas de recomendación	21
	Métodos para recopilar conocimientos sobre las preferencias del usuario	21
	Problemas fundamentales de los sistemas de recomendación	22
	Algoritmos de recomendación	23
	Restaurantes	27
	Tipos de restaurantes	27
	Tendencia en Restaurantes	29
	Cartas de restaurantes	29
	Información Nutricional de alimentos	30
2.3	Metodología	31

2.3.1	Análisis de datos	31
2.3.2	Diseño del sistema	33
2.4	Herramientas	33
3	Desarrollo del sistema	37
3.1	Análisis.....	37
3.1.1	Análisis de requerimientos	37
3.1.2	Definición de incrementos	37
3.1.3	Riesgos.....	38
3.2	Diseño.....	38
3.2.2	Diagramas de casos de uso	39
4	Representación de modelo conceptual (Incremento #1)	45
4.1	SAMPLE.....	46
4.2	EXPLORE	46
4.3	MODIFY	46
4.4	MODEL.....	49
4.4.1	Rankeados	49
4.4.2	Basado en todas las ordenes realizadas.....	49
4.4.3	Basado en probabilidad de compra	50
4.4.4	Basado en contenido.....	51
4.4.5	Filtrado colaborativo	51
5	Aplicación Móvil (Incremento #2)	52
5.1	Diagramas de casos de uso	52
5.2	Definición de interfaz de usuario	71
5.3	Diagramas de secuencia.....	74
5.4	Diseño de datos físicos.....	81
5.5	Desarrollo	81
5.5.1	Inicio de sesión con Autenticación.....	81
5.5.2	Código QR.....	82
5.5.3	Conexión entre la Base de datos y la Aplicación	84
5.5.4	Despliegue del Menú General	84
5.5.5	Despliegue de la Información Nutricional	87
6	Algoritmos de recomendación y generación de recomendaciones (Incremento #3).....	88
6.1	Consultas	88
6.1.2	Peticiones	88
6.2	Algoritmos	91

6.2.1	Algoritmo de Evan Miller.....	91
6.2.2	Algoritmo FP-Grown.....	91
6.2.3	Algoritmo Bayes	92
6.2.4	Basado en Contenido	93
6.2.5	Filtrado Colaborativo basado en platillos.....	93
7	Despliegue de platillos en Realidad Aumentada (Incremento #4).....	94
CONCLUSIONES		97
TRABAJO A FUTURO		99
REFRERENCIAS.....		100
Firmas de directores.....		104

1 Introducción.

La tecnología es indispensable en nuestra vida diaria, pues cada vez es más común que se vea presente en diferentes actividades que realizamos diariamente, por ejemplo, cuando utilizamos un dispositivo móvil, ahí está presente. Actualmente en México, existe un alto porcentaje de personas que disponen un teléfono celular, “Según la ENDUTIH 2019, se estima que el país cuenta con 86.5 millones de usuarios de esta tecnología, lo cual representa que el 75.1% de la población de seis años o más, lo utilizan” - ORG [1]. Esto quiere decir que un alto porcentaje de personas están en una constante interacción con dicha tecnología y es por ello por lo que juega un papel importante, lo que nos obliga a buscar constantemente la innovación en su uso y aplicaciones.

Hoy en día la tecnología muchas veces ha tenido un impacto positivo en nuestra sociedad y se ha convertido en algo indispensable para todos, durante los últimos años se han desarrollado nuevas tecnologías las cuales son capaces de mejorar la percepción y la interacción de las personas con el mundo que lo rodea, dentro de las cuales se encuentra la realidad aumentada (RA).

Según Mashable, [2] “La realidad aumentada (RA) es una vista en vivo, directa o indirecta, de un entorno físico del mundo real cuyos elementos se incrementan mediante la entrada sensorial generada por computadora, como sonido, video, gráficos o datos GPS. “. En otros términos, la realidad aumentada (RA) permite añadir diferentes capas de información incluyendo la visual sobre el mundo real, utilizando la tecnología y dispositivos que dispongan de una cámara. Asimismo, podemos interactuar en el mundo real con elementos del entorno virtual obteniendo experiencias más completas que no serían posibles sin el uso de esta tecnología.

La implementación de la RA, permite generar un nuevo canal de comunicación entre los dispositivos móviles y los usuarios, ya que proporciona información con la que se puede interactuar directamente con el entorno real, ya que es muy fácil poder percibir un mensaje por medio de imágenes, sobrepuestas a la realidad.

Desde hace algunos años se habla de esta tecnología dentro de las estrategias de marketing, pero son pocas las empresas que han desarrollado productos o aplicaciones con los que se puedan acoplar dicha tecnología y su área de influencia, sin embargo, el uso de la RA está siendo una tendencia global y cada vez se presenta más cerca de nosotros, por ello es que las empresas deben estar preparadas para este cambio de paradigma y estar dispuestas a asumir el potencial de uso que les brinda esta tecnología. Puesto que, el valor de esta tecnología es que un objeto estático que puede brindar un mundo de posibilidades en 3D, enriqueciendo en mucho la experiencia del consumidor con la interacción que produce. [3]. La realidad aumentada no es sólo una idea de moda, es una industria de marketing gigante. De hecho, la firma de análisis Juniper Research, estima que las aplicaciones de realidad aumentada van a generar cerca de 300 millones de dólares en ingresos mundiales para el año 2021(Mashable).[4]

Este proyecto está enfocado en desarrollar una aplicación utilizando RA, enfocada principalmente en el giro de restaurantes. Dado que la comida en un plato es el elemento clave que motiva al consumo, se puede representar de manera visual y con la ventaja de poder manipular los ingredientes que conforman el platillo al gusto de cada cliente. No obstante, esta aplicación ofrecerá recomendaciones basadas en datos recopilados previamente del usuario. Todo esto con la finalidad de brindar una mejor experiencia entre el cliente y la comida (producto) que se le ofrece, generando confianza entre él y el propietario del restaurante. Asimismo, cada alimento proporcionará información nutricional del plato elegido o creado por el mismo, desplegando alarmas visuales para que sea consciente de los posibles excesos de grasas, sodio, azúcares, etc. que pudiera contener su platillo.

1.1 Planteamiento del problema.

Anteriormente para realizar un pedido en un restaurante basta con pedir la carta, elegir un platillo por medio de sus ingredientes y el mesero toma tu orden.

En la actualidad es más común ir a un restaurante y poder ver el menú en tu teléfono celular escaneando el código QR que se proporciona, esto es una buena forma de implementar la tecnología en los restaurantes, pero al momento de realizar la búsqueda de un platillo se puede enfrentar a diferentes situaciones:

- La primera es que encontrara mucha información de platillos que en su mayoría son irrelevantes y no todos serán del interés del cliente.
- También puede ocurrir que los clientes se dejen llevar por la descripción o ingredientes de un platillo, sin conocer cómo será realmente cuando este servido en su mesa
- Otra posibilidad es que el cliente demore mucho tiempo en elegir un platillo que sea de su gusto
- Finalmente, este tipo de cartas no brindan información nutricional de los alimentos y puede ser el caso de que el cliente realice alguna dieta.

Se puede apreciar la necesidad de contar con una aplicación que ayude a filtrar los platillos ofertados en un restaurante, y que además pueda generar recomendaciones que sean de interés de los clientes.

1.2 Propuesta de solución.

Nuestra propuesta de solución consiste en desarrollar una aplicación móvil que ayude a los usuarios a elegir un platillo correspondiente a la carta de un restaurante y ofrecer información acerca de su platillo. Además de un sistema de recomendación que emplea datos para generar platillos que puedan ser de su interés y seleccionar el contenido desplegado en la aplicación.

Se propone crear una aplicación móvil utilizando nuevas tecnologías para el desarrollo móvil, técnicas de minería de datos para el sistema de recomendación y finalmente para desplegar los platillos elegidos al usuario se utilizará una capa de realidad aumentada.

1.3 Objetivo

1.3.1 Objetivo general

Desarrollar una aplicación móvil que muestre la presentación inicial de platillos en las cartas tradicionales de los restaurantes, utilizando la tecnología de realidad aumentada para la visualización de los platillos y su información nutricional. Con el valor agregado de dar sugerencias de los platillos con base en la información que seleccione previamente el usuario.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Plantear una solución tecnológica enfocada en dispositivos móviles con sistema operativo Android, utilizando la tecnología de realidad aumentada para la visualización de los platillos ofrecidos en las cartas tradicionales de los restaurantes, manteniendo un despliegue fiel de los alimentos.

2. Incorporar recomendaciones obtenidas por medio de la navegación del usuario y datos proporcionados.
3. Ofrecer a los clientes información más detallada como el nombre, precio, dimensiones, información nutricional e ingredientes del platillo que se está ofreciendo al consumidor.
4. Capacidad de generar un código QR con la información de los platillos elegidos.

1.4 Justificación

Hoy en día la digitalización de la carta de un restaurante es una técnica que puede traer una amplia variedad de beneficios desde ofrecer una experiencia más interactiva y atractiva visualmente al usuario, debido a que cada vez los clientes demandan un servicio más rápido y completo[5], hasta un ahorro económico al destinar menos recursos a la impresión de cartas físicas, sin dejar de lado aspectos como la salud, no solo de los clientes de los restaurantes, también de los empleados de los negocios[6].

Además, innovar y adaptarse a las nuevas tecnologías es una práctica que ayudará a darle un impulso al negocio con una mayor presencia en el mercado. Sin embargo, dicho proceso de digitalización puede construir una barrera al momento de crear un vínculo personal con el comensal, lo cual es un pilar de la atención al cliente. Para solventar este problema la carta digital debe volverse más interactiva con el usuario, esto lo resolvemos implementando una tecnología que en los últimos años ha estado evolucionando e incrementando su presencia en la industria, dicha tecnología es la Realidad Aumentada la cual puede agregar a un menú el dinamismo necesario.

La creación de cartas de menú con Realidad Aumentada no es nuevo en el mercado, ya una amplia variedad de restaurantes en el mundo han implementado estas técnicas en sus establecimientos, sin embargo como se mencionó crear un vínculo con el cliente y ofrecer productos basados en un perfil del consumidor podría crear una importante diferencia en la experiencia del usuario ya sea al comprar en el establecimiento o a domicilio por lo que agregar un sistema de sugerencias permitirá proporcionar productos específicos, los cuales cumplen con sus intereses además de evitar que el usuario tenga que revisar una amplia gama de productos los cuales no sean de su agrado, aunado a esto desplegar información de los ingredientes que conforman un platillo y la información nutricional de estos completaría la experiencia de los usuarios al ver una carta digital apoyándolos también con discretas alertas sobre excesos de contenidos (por ejemplo, sodio o azúcares) con el fin de dar a conocer a los clientes información sobre el platillo que ha seleccionado, el cual podría resultar dañino para personas con distintos problemas de salud, dejando a su consideración el consumo de dicho producto.

Con esta propuesta se pretende apoyar en mayor parte a medianos y pequeños restaurantes los cuales podrían verse favorecidos al implementar estas nuevas tecnologías en sus negocios ya que les daría mayor difusión permitiendo un crecimiento económico, disminuyendo la desventaja que tiene sobre las grandes cadenas de comida.

Se pretende que tanto los comensales como el equipo del restaurante se vean beneficiados al utilizar estas nuevas herramientas, por el lado del cliente, este podrá tener la certeza absoluta de como luce y los ingredientes que componen el platillo que va a consumir, y por otro lado, el restaurante podrá tener un control total de su carta pudiendo actualizar, eliminar o agregar productos a esta sin la necesidad de imprimir cartas cada vez que se realicen estos cambios, lo cual ayuda al ahorro de

papel, así mismo los usuario podrán tener acceso a esta independientemente del lugar donde se encuentre.

Asimismo, a lo largo de este proyecto se desarrolla una aplicación móvil que facilita la visualización de platillos con un preciso modelo en Realidad Aumentada junto con las características de este y su información nutricional. Además, se integran técnicas de minería de datos para ofrecer un sistema eficaz para la sugerencia de platillos con base en los gustos del cliente obtenidos a partir de su elección sobre una serie de platillos distintos, así como la interacción en la app y finalmente se genera un código QR con un desglose de los platillos elegidos, que podrá ser utilizado como comanda para que dichos platillos sean elaborados.

2 Marco teórico

2.1 Estado del arte.

Actualmente, se han desarrollado algunos proyectos similares, pero con diferentes enfoques y contextos. En la tabla 2.1.1 se mencionan algunos de los más destacables:

TRABAJO SIMILAR	CARACTERÍSTICAS	PRECIO EN EL MERCADO
Hangry [7]	Aplicación móvil que permite a los usuarios obtener una vista previa de los elementos de un menú de un restaurante cualquiera. También, se pueden obtener direcciones a través de Google Maps y ver sus menús de comida en RA.	No disponible
Menu Ar [8]	Aplicación móvil que permite a los clientes visualizar el menú de su institución en realidad aumentada usando un teléfono inteligente, se puede visualizar el platillo en 3D y finalmente levantar una orden.	No disponible
Le Petit Chef [9]	Le Petit Chef brinda una maravillosa interpretación de mapeo en 3D sobre la mesa del comedor, asimismo se entrelaza con un menú de 6 platillos elaborados por un chef profesional.	No disponible
FoodSays [10]	Es un asistente de comida que ayuda a los usuarios a comprender los alimentos que consumen. Permite escanear alimentos, ofrecer noticias del mismo y despliega información sobre el nivel de daño por medio del registro histórico de la comida.	No disponible
Api para desarrollo de sistemas de recomendación [11]	Api que permite desarrollar sistemas de recomendación la cual brinda funciones de abstracción de datos, clasificación y análisis de los mismos. De acuerdo a la evolución de la información recopilada.	No disponible

Tabla 2.1.1 Proyectos similares

2.2 Conceptos clave.

Realidad virtual

Se puede definir a la realidad virtual como un entorno de escenas y objetos de apariencia real generado mediante tecnología informática que crea en el usuario la sensación de estar inmerso en él. [12]

Realidad Aumentada

Según el autor Tatiana Grapsas la Realidad Aumentada es un recurso tecnológico que ofrece experiencias interactivas al usuario a partir de la combinación entre la dimensión virtual y la física, con la utilización de dispositivos digitales.[13]

Funcionamiento de la Realidad Aumentada

Para el funcionamiento de la RA es necesario el trabajo en conjunto de la visión artificial y los motores gráficos. [14]

Motor grafico

La función de un motor grafico será renderizar los contenidos, típicamente en 3D, que muestra la realidad aumentada.

Renderizado

Este es uno de los principales elementos de los cuales se compone la parte grafica este proceso consiste en la interpretación por parte de la computadora de una escena de tres dimensiones para crear una imagen bidimensional.

La información que se procesa para realizar el render es la geometría del modelo 3D, las características de su superficie (color y material), la iluminación de la escena y la posición de la cámara.

Visión artificial

Es tendrá como tarea principal que la ubicación de los contenidos aumentados sea la correcta en la escena, para que la composición sea coherente y entendible por el usuario.

Las técnicas de visión artificial que se aplican en realidad aumentada son muy variadas, y se denominan principalmente tecnología de seguimiento o tracking. [14]

Tipos

Tracking facial - Permite detectar y seguir la posición de una cara

Tracking de texturas - Posiciona una imagen de referencia en un sistema de coordenadas tridimensional.

Por otro lado, la evolución de esta área de la tecnología ha traído nuevas técnicas de visión artificial las cuales incorporan sensores activos basados en luz estructurada tales como el tracking SLAM o tracking 3D.

Así mismo, es indispensable señalar que la realidad aumentada debe funcionar en tiempo real para una experiencia satisfactoria, esto implica que tanto el motor de renderizado como la visión artificial trabajen en igualmente en tiempo real por ejemplo el módulo de render debe ser capaz de pintar unas 60 imágenes por segundo, y el módulo de tracking de igual modo, ser capaz de analizar y extraer la información de 60 imágenes por segundo.

Componente para su funcionamiento

- Un objeto real que funcione como referencia para la interpretación y creación del objeto virtual.
- La presencia de un dispositivo con cámara como un teléfono móvil para transmitir la imagen del objeto real.
- Un software responsable por interpretar la señal transmitida por la cámara.

Funcionamiento

A través de la cámara, el objeto real se transmite para el software, que recibe la imagen y la combina con proyecciones 3D.

A su vez, las proyecciones son introducidas en la imagen y sobrepuestas en el entorno físico, reflejando el resultado de la RA al usuario.

Tipos de Realidad Aumentada

Para este proyecto es importante conocer los tipos de realidad aumentada que existen, para poder determinar cuál es el que mejor se acopla al proyecto. A continuación de mencionan algunos: [15]

Basada en el Reconocimiento

Este tipo utilizara marcadores que deben ser reconocidos para así poder mostrar elementos en 3D ya sea algún objeto, imagen o cualquier tipo de información sobre dicho objeto. Cabe mencionar que este tipo es uno de los más utilizados en la actualidad ya que lo único que se necesita para su implementación en un smartphone.

Basada en Superposición

Su principal característica es que reemplaza, total o parcialmente, la visión real de un objeto para mostrarle una versión aumentada de la misma. En este tipo de Realidad Aumentada, una de las cosas más importantes es la detección. Sería imposible que una aplicación le muestre una versión aumentada de cualquier objeto si no puede determinar qué objeto es. La Realidad Aumentada basada en Superposición es una variación de la Basada en el Reconocimiento, pero en lugar de usar un marcador específico, usa objetos reales.

Basada en la Localización

Este utilizara la localización del smartphone para mostrar objetos, basándose en el entorno, debido a esto utilizara diversos recursos del dispositivo móvil, tales como acelerómetro, brújula y GPS.

Basada en la Proyección

Este tipo de Realidad Aumentada proyecta una imagen en elementos y espacios físicos del mundo real. La Realidad Aumentada basada en la Proyección puede ser la más atractiva, ya que es posible hacer que estas proyecciones sean interactivas, como un teclado proyectado sobre un escritorio.

Por supuesto, también puede ser no interactivo. Por ejemplo, para ver cómo y qué objeto encajan en su lugar futuro y elegir su posible posición y orientación. Otro ejemplo serían los hologramas.

Aplicación de la Realidad Aumentada

Esta puede ser utilizada en diversos sectores tales como:[15]

Marketing

LA RA se utiliza para la promoción de productos, pudiendo ofrecer experiencias inmersas y vistosas al público, permitiendo que este pueda visualizar un producto antes de adquirirlo, de esta forma proporcionara más seguridad al cliente de lo que va a comprar.

Mantenimiento

comúnmente en la industria 4.0, en la cual la complejidad de las maquinas conlleva proceso elaborados para el mantenimiento de esta, sin embargo, gracias a la RA se puede asistir al personal de una forma clara y efectiva, permitiendo además de ahorrar tiempo, ahorrar dinero.

Medicina

A través de la RA se ha podido brindar ayuda a los médicos cirujanos para poder observar órganos en 3D o el historial de un paciente ya sea antes o durante una cirugía.

Automovilismo

Se ofrece la posibilidad de ver la composición y características de un automóvil ya sea para su elaboración o la venta a los clientes directos, dando una mejor percepción del automóvil.

Educación

Muchos alumnos ya disfrutan de cuadernos compuestos por marcadores especiales que, frente a la pantalla del ordenador o del dispositivo móvil, reaccionan ofreciendo imágenes en 3D.

Deportes

Los *runners*, ciclistas, alpinistas o aficionados al senderismo ya pueden explorar sus rutas proyectándolas en cualquier superficie en 3D y así planificar su próxima aventura y compartir sus actividades.

Turismo

Se han desarrollado traductores los cuales permiten convertir texto a través de un smartphone a el idioma de tu preferencia, de manera instantánea e incluso plasmándolo en la misma superficie en donde está enfocado el texto.

Arquitectura Inteligente

Se ha implementado la RA en la arquitectura para comprender mejor las estructuras de algún inmobiliario ya sea para la construcción o la venta de este.

Astronomía

La RA permite visualizar la ubicación de diferentes constelaciones, planetas y cuerpos celestes en tiempo real, así como información de estos al enfocar el smartphone al cielo.

Diferencia entre la Realidad Aumentada y la Realidad Virtual

La Realidad Aumentada, por un lado, necesita del mundo real para poder proyectar sus imágenes y crear experiencias inmersivas para los usuarios, pero sin aislarse del mundo real. Lo que hace esta tecnología es superponer o añadir capas a la realidad, creando de esta forma un mundo que es fruto de la mezcla entre lo digital y lo real. [16]

Los dispositivos que se utilizan para poder ver la RA son, por ahora, los smartphones y las tabletas, aunque ya están empezando a salir los primeros wearables en forma de gafas. Una vez que se introduzcan estos wearables más en la vida diaria, la interacción con imágenes digitales en el mundo real aumentará notablemente.

La Realidad Virtual, por otro lado, no hace uso del mundo real y lo que pretende es crear un mundo completamente nuevo, aislado del mundo real.

Así como la RA tiene múltiples usos tanto dentro como fuera del mundo de los juegos, la RV sobre todo brilla por las posibilidades que ofrece a los videojuegos, ya que, al no hacer uso del mundo real, no tiene límites a la hora de crear mundos nuevos y fantásticos.

Beneficios de la Realidad Aumentada

Los beneficios más representativos de la Realidad aumentada son los siguientes: [17]

- Ofrece una interfaz más completa de acceso a servicios o información
- Acceso a la información desde cualquier lugar en donde la necesite incluso sin usar las manos.
- Interfaces de uso multimodales, se puede interactuar por medio de gestos y voz con las aplicaciones.
- Sensible al entorno y la ubicación, de forma que el contenido cambia en función de por donde se mueva el usuario.
- Enriquece cualquier actividad cotidiana por medio de información ampliada útil en cada momento.

Herramientas

- **Vuforia**

Según su página oficial vuforia es un Kit de desarrollo (SDK) orientado a la realidad aumentada para el motor de videojuegos Unity. [18]

Características:

- Reconocimiento de Texto.
- Reconocimiento de Imágenes.
- Rastreo robusto. (el objetivo fijado no se perderá tan fácilmente incluso cuando el dispositivo se mueva).
- Detección y rastreo simultáneo de Targets.
- Detección Rápida de los Targets (Objetivos).

Funcionamiento:

El dispositivo capta una escena (un vídeo en vivo) tomada a través de la cámara, entonces la SDK de Vuforia crea un frame (imagen particular dentro de una sucesión de imágenes) de la escena capturada y convierte la imagen capturada por la cámara, a una diferente resolución para ser correctamente tratada por el tracker, después analiza la imagen a través este último y busca coincidencias en la base de datos, la cual está compuesta por uno o más targets. Por último, la aplicación renderiza algún contenido virtual (imágenes, vídeos, modelos, etc.) en la pantalla del dispositivo, lo que crea una imagen híbrida entre lo que percibimos y lo virtual.

• **ARCore - Google**

Es una plataforma de Google para crear experiencias de realidad aumentada. Usando diferentes API, ARCore permite que su teléfono detecte su entorno, comprenda el mundo e interactúe con la información. Algunas de las API están disponibles en Android e iOS para permitir experiencias de RA compartidas. [17]

Utiliza tres capacidades clave para integrar contenido virtual con el mundo real como se ve a través de la cámara de su teléfono:

- El seguimiento de movimiento permite que el teléfono comprenda y rastree su posición en relación con el mundo.
- La comprensión ambiental permite que el teléfono detecte el tamaño y la ubicación de todo tipo de superficies: superficies horizontales, verticales y en ángulo como el suelo, una mesa de café o paredes.
- La estimación de luz permite que el teléfono calcule las condiciones de iluminación actuales del entorno.

Funcionamiento

La tecnología de seguimiento de movimiento de ARCore utiliza la cámara del teléfono para identificar puntos interesantes, denominados características, y rastrea cómo se mueven esos puntos a lo largo del tiempo. Con una combinación del movimiento de estos puntos y las lecturas de los sensores inerciales del teléfono, también determina tanto la posición como la orientación del teléfono a medida que se mueve por el espacio.

Además de identificar puntos clave, así mismo, puede detectar superficies planas, como una mesa o el piso, y también puede estimar la iluminación promedio en el área a su alrededor. Estas capacidades se combinan para permitir que la herramienta construya su propia comprensión del mundo que lo rodea.

La comprensión de ARCore del mundo real le permite colocar objetos, anotaciones u otra información de una manera que se integra perfectamente con el mundo real. El seguimiento de movimiento significa que a pesar del movimiento del dispositivo es posible ver los objetos desde cualquier ángulo, e incluso si cambias de ubicación.

- **Motion tracking**

A medida que el teléfono se mueve por el mundo, se utiliza un proceso llamado localización y mapeo simultáneos, o SLAM, para comprender dónde se encuentra el teléfono en relación con el mundo que lo rodea. Detectando características visualmente distintas en la imagen de la cámara capturada llamadas puntos de características y utiliza estos puntos para calcular su cambio de ubicación. La información visual se combina con mediciones inerciales de la IMU del dispositivo para estimar la pose (posición y orientación) de la cámara en relación con el mundo a lo largo del tiempo.

Al alinear la pose de la cámara virtual que renderiza su contenido 3D con la pose de la cámara del dispositivo, los desarrolladores pueden renderizar contenido virtual desde la perspectiva correcta. La imagen virtual renderizada se puede superponer sobre la imagen obtenida de la cámara del dispositivo, haciendo que parezca que el contenido virtual es parte del mundo real.

- **Comprensión ambiental**

Búsqueda de grupos de puntos de características que parecen estar en superficies horizontales o verticales comunes, como mesas o paredes, y hace que estas superficies estén disponibles para su aplicación como planos.

- **Comprensión profunda**

Los mapas de profundidad son imágenes que contienen datos sobre la distancia entre superficies desde un punto dado, utilizando la cámara RGB principal de un dispositivo compatible. Puede utilizar la información proporcionada por un mapa de profundidad para permitir experiencias de usuario inmersivas y realistas, como hacer que los objetos virtuales choquen con precisión con las superficies observadas o hacer que aparezcan delante o detrás de objetos del mundo real.

- **Estimación de luz**

Información sobre la iluminación de su entorno y permite proporcionar la intensidad media y la corrección de color de una imagen de cámara determinada. Esta información le permite iluminar sus objetos virtuales en las mismas condiciones que el entorno que los rodea, aumentando la sensación de realismo.

- **La interacción del usuario**

Se utiliza la prueba de impacto para tomar una coordenada (x, y) correspondiente a la pantalla del teléfono (proporcionada por un toque o cualquier otra interacción que desee que admita su aplicación) y proyecta un rayo en la vista del mundo de la cámara, devolviendo cualquier avión o puntos característicos que el rayo interseca, junto con la pose de esa intersección en el espacio mundial. Esto permite a los usuarios seleccionar o interactuar con objetos en el entorno.

- **Puntos orientados**

Los puntos orientados permiten colocar objetos virtuales en superficies en ángulo. Cuando se realiza una prueba de impacto que devuelve un punto de característica, se observaran los puntos de característica cercanos y serán usados para intentar estimar el ángulo de la superficie en el punto de característica dado, para así devolver una pose que tenga en cuenta ese ángulo.

- **Anclas y rastreables**

Cuando se desee colocar un objeto virtual, se debe definir un ancla para el rastreo de la posición del objeto a lo largo del tiempo. A menudo, se crea un ancla basada en la pose devuelta por una prueba de impacto, como se describe en la interacción del usuario.

Los planos y los puntos son un tipo especial de objeto llamado rastreable. Como sugiere el nombre, estos son objetos que serán rastreados a lo largo del tiempo. SE pueden anclar objetos virtuales a rastreables específicos para asegurarse de que la relación entre su objeto virtual y el rastreable permanezca estable incluso cuando el dispositivo se mueve.

Aplicación Móvil

Una aplicación móvil según la empresa de tecnología Softcorp se puede definir como programas diseñados para ser ejecutados en teléfonos, tabletas y otros dispositivos móviles, que permiten al usuario realizar actividades profesionales, acceder a servicios, mantenerse informado, entre otro universo de posibilidades. [19]

Sistema Operativo

Según el Centro Europeo de Posgrados la expresión sistema operativo o el término en inglés Operating System (OS) es un término general para programas (software del sistema) que hacen posible el funcionamiento de una computadora. Controla y supervisa la interacción de los componentes de hardware en el contexto del orden, los datos, la memoria y la gestión de programas. En particular, es responsable del procesamiento de los programas de aplicación individuales. El acceso de los procesos a ciertos recursos, así como la seguridad del sistema, que también incluye detección y corrección de errores, es parte del sistema operativo. Además, el sistema operativo también tiene la tarea de hacer que el sistema de procesamiento de datos sea operable y controlable.[20]

Tipos de Sistemas Operativos para Celulares

- **Android**

Es sistema operativo de Google y es usado por HTC, LG, Motorola, Samsung y BQ.

Características

- Es de código abierto
- Es gratis

- Está basado en Linux.
- Se adapta a las diferentes resoluciones de pantalla.
- Soporte de HTML, HTML5, Adobe Flash Player, etc.
- Un gran catálogo de aplicaciones para descargar, gratuitas y de pago.
- Multitarea real de aplicaciones.
- Gran cantidad de formas diferentes de personalizar el escritorio de nuestro Smartphone.

Algunas de sus versiones son Apple Pie, Banana Bread, Jelly Bean o KitKat y la que está por llegar a Android 12.

• iOS

Es el sistema operativo de la empresa Apple que utilizan los iPhone y el iPad, siendo la 14.4.1 la versión más actual.

Características

- Es un sistema operativo cerrado, es decir no se puede modificar.
- Tiene un sistema de monitorización del consumo de batería que podría ayudar a gestionarla de forma mucho más eficiente.
- Sensación de velocidad durante su uso, mediante técnicas en algoritmos de programación.
- Reciben de manera constante actualizaciones.

Por último, hay que mencionar que Apple no da licencia del software iOS a terceros, por lo que tan solo los iPhone disponen de este sistema operativo.

• Symbian

Es propiedad de Nokia y es utilizado por sus teléfonos, sin embargo, cabe mencionar que cualquier otra compañía puede hacer uso de este sistema operativo siempre y cuando tenga el permiso de Nokia.

Características

- Posee un eficiente uso de todos los recursos de la máquina (especialmente de la batería, la memoria RAM y la ROM).
- La paginación bajo demanda permite un mejor aprovechamiento de la memoria RAM de los dispositivos ya que solo se carga en memoria la “pagina” que se va a ejecutar.
- El sistema posee componentes que permiten el diseño de aplicaciones multiplataforma, o sea, diferentes tamaños de pantalla, color, resolución, teclados, etc.
- Es un sistema operativo con un microkernel y capacidad multithreading.
- Adaptabilidad al hardware específico y a las pilas de telefonía de los fabricantes.
- Manejo fiable de los datos, incluso en caso de fallo en la comunicación o falta de recursos, como memoria, disco o batería.
- Consistencia en la comunicación entre los datos propios del dispositivo y otros.

- **Windows Phone**

Desarrollado por Microsoft, es utilizado básicamente por los terminales o Smartphone de gama alta de Nokia.

Características

- Está diseñado para ser similar a las versiones de escritorio de Windows estéticamente y tiene la posibilidad de utilizar importantes herramientas pertenecientes a las suites Office Mobile, Outlook Mobile e Internet Explorer.
- Podremos personalizar también nuestra pantalla de bloqueo del teléfono con imágenes e información de aplicaciones.
- Skype está completamente integrado en Windows Phone, música en streaming Pandora, podremos crear “habitaciones” de usuarios en el PeopleHub, en las que podremos crear grupos para chats privados, compartir calendarios y notas públicas.
- Lo malo de este sistema operativo es que hay pocas aplicaciones (apps) para este sistema operativo.

- **BlackBerry OS**

Desarrollado por RIM (Research In Motion), que también es la empresa fabricante de los BlackBerry. El cuál es el sistema operativo utilizado en los BlackBerry, desarrollando así su propio SO móvil.

Características

- El sistema permite multitarea y tiene soporte para diferentes métodos exclusivos como sus trackwheel, trackball, touchpad y pantallas táctiles.
- Uso profesional, gracias a sus herramientas para correo electrónico y agenda, teclado QWERTY.
- Permite la sincronización con herramientas tales como Novell GroupWise, Microsoft Exchange Server y Lotus Notes.

- **Firefox OS**

Creado por Mozilla, responsable del navegador Firefox.

- Multiplataforma
- Protección antiphishing
- Multitarea
- Punto de acceso WiFi

Proceso de diseño y Desarrollo de apps

Para el desarrollo de una aplicación móvil existen una serie de etapas por las cuales es necesario pasar para obtener como producto final un aplicación completa, eficiente y estable, dichos paso según la agencia de desarrollo de apps móviles “Kubo” estos son los pasos a seguir: [21]

1. Conceptualización

El resultado de esta etapa es una idea de aplicación, que tiene en cuenta las necesidades y problemas de los usuarios. La idea responde a una investigación preliminar y a la posterior comprobación de la viabilidad del concepto.

- Ideación
- Investigación
- Formalización de la idea

2. Definición

En este paso del proceso se describe con detalle a los usuarios para quienes se diseñará la aplicación, usando metodologías como «Personas» y «Viaje del usuario». También aquí se sientan las bases de la funcionalidad, lo cual determinará el alcance del proyecto y la complejidad de diseño y desarrollo de la aplicación.

- Definición de usuarios
- Definición funcional

3. Diseño

En la etapa de diseño se llevan a un plano tangible los conceptos y definiciones anteriores, primero en forma de *wireframes*, que permiten crear los primeros prototipos para ser probados con usuarios, y posteriormente, en un diseño visual acabado que será provisto al desarrollador, en forma de archivos separados y pantallas modelo, para la programación del código.

- Wireframes
- Prototipos
- Test con usuarios
- Diseño visual

4. Desarrollo

El programador se encarga de dar vida a los diseños y crear la estructura sobre la cual se apoyará el funcionamiento de la aplicación. Una vez que existe la versión inicial, dedica gran parte del tiempo a corregir errores funcionales para asegurar el correcto desempeño de la app y la prepara para su aprobación en las tiendas.

- Programación del código
- Corrección de *bugs*

5. Publicación

La aplicación es finalmente puesta a disposición de los usuarios en las tiendas digitales. Luego de este paso trascendental se realiza un seguimiento a través de analíticas, estadísticas y comentarios de usuarios, para evaluar el comportamiento y desempeño de la app, corregir errores, realizar mejoras y actualizarla en futuras versiones.

- Lanzamiento
- Seguimiento
- Actualización

Tipos de Aplicaciones Móviles

Existen varias maneras en las cuales se puede desarrollar una app siendo las siguientes las más representativas, según lo mencionado por la empresa Abamovil:

- **Aplicaciones nativas.**

Estas son desarrolladas mediante un lenguaje de programación en específico, ya sea Java en el caso de Android u Objective C para iOS, son las que comúnmente se encuentran en las distintas marketplaces de aplicaciones, por ejemplo, App Store o Play Store, estas se pueden considerar con mejor rendimiento siendo las más estables debido a que produce menos fallos, ya que pasan por un proceso de validación antes de ser desplegadas en dichas tiendas de aplicaciones. No obstante, el desarrollo de este tipo de aplicaciones suele ser más costoso, así como más largo, ya que son específicas para cada sistema operativo, teniendo así que desarrollar dos versiones, una para cada uno.

- **Web Apps o Aplicaciones Web**

Este tipo de aplicación son desarrolladas a partir de lenguajes de etiquetado y de programación como JavaScript y HTML, como si se tratara de páginas web, pero con apariencia de una aplicación nativa, ya que a diferencia de una página web estándar a través de un diseño responsivo y distintos frameworks se pueden ejecutar desde cualquier dispositivo móvil con resolución y sistema operativo distintos. Debido a que son pensadas para ejecutarse en dichos medios. No obstante, para acceder a estas se requiere de un navegador web por lo que no es necesario que sean descargadas. Así mismo cabe mencionar que este tipo de aplicaciones son más económicas que las nativas, pero suponen de menor rendimiento dependiendo de aspectos como su velocidad de internet, y las capacidades de los servidores que las alojan.

- **Aplicaciones híbridas.**

Este tipo de aplicación es una mezcla de las dos anteriores, ya que tiene características de una app nativa y de una web app. Estas son desarrolladas con el lenguaje JavaScript, HTML y CSS, como si se tratara de una aplicación web, sin embargo, se puede tener acceso a funciones específicas de una app nativa, sin embargo, dicho acceso es limitado, siendo una de sus desventajas, pero por otro lado basta con un solo Código para poder ejecutar dicha aplicación en cualquier sistema operativo de celulares. Debido a todo esto se pueden considerar multiplataforma y el desarrollo de estas es más económico que el de una aplicación nativa.

Tiendas de aplicaciones

- Google Play desarrollada por Google Inc
- App Store de Apple
- Windows Phone Store de Microsoft
- BlackBerry World
- Amazon Appstore
- Aptoide

- UptoDown

Sistema de recomendación

Los sistemas de recomendación son las herramientas y técnicas de software que brindan sugerencias, como productos útiles en sitios web de comercio electrónico, vídeos en YouTube, recomendaciones de amigos en Facebook, recomendaciones de libros en Amazon, recomendaciones de noticias en sitios web de noticias en línea, y la lista continúa. [22]

Es una aplicación de software que proporciona elementos de información que se estima que son valiosos para una tarea de ingeniería de software en un contexto dado. [23]

Funciones de los sistemas de recomendación:

Existen varias razones por las que los proveedores de servicios pueden querer explotar esta tecnología:[24]

- Incrementa el número de artículos vendidos.
- Vende artículos más diversos.
- Incrementar la satisfacción del usuario.
- Aumente la fidelidad del usuario.
- Comprenda mejor lo que quiere el usuario.

Clases de dominios

Los aspectos que se aplican a la etapa de diseño incluyen factores que pueden afectar la elección del algoritmo. El primer factor para considerar es el dominio de la aplicación, ya que tiene un efecto importante en el enfoque algorítmico que debe adoptarse. Basándonos en estos dominios de aplicación específicos, definimos clases de dominios más generales para las aplicaciones de sistemas de recomendación más comunes: [25]

- **Entretenimiento:** recomendaciones para películas, música e IPTV.
- **Contenido:** periódicos personalizados, recomendaciones de documentos, recomendaciones de páginas web, aplicaciones de aprendizaje electrónico y filtros de correo electrónico.
- **Comercio electrónico:** recomendaciones para que los consumidores compren productos, como libros, cámaras, PC, etc.
- **Servicios:** recomendaciones de servicios de viajes, recomendación de expertos para consulta, recomendación de casas para alquilar, o servicios de búsqueda de pareja.

Formas de clasificación

En general, el problema de la recomendación se define como el problema de estimar las calificaciones de los elementos que no han sido vistos por un usuario. Esta estimación se basa en: [26]

- calificaciones otorgadas por el usuario a otros elementos,
- calificaciones otorgadas a un artículo por otros usuarios,
- y otros usuarios y la información del artículo (por ejemplo, características del artículo, demografía del usuario).

Tipos de sistemas de recomendación

La gran cantidad de recursos de información que están disponibles para los usuarios impone nuevos requisitos a los sistemas de software que manejan la información. Entre los principales enfoques para diseñar un sistema de recomendación que abordan los problemas causados por la sobrecarga de información se encuentran los siguientes: [24]

Recomendación colaborativa o Filtrado colaborativo

La idea básica de estos sistemas es que, si los usuarios compartieron los mismos intereses en el pasado, si vieron o compraron los mismos libros, por ejemplo, también tendrán gustos similares en el futuro.

Recomendación basada en contenido

Se basa en la disponibilidad de descripciones de los elementos (creadas manualmente o extraídas automáticamente) y un perfil que asigna importancia a estas características. Si pensamos de ejemplo una librería, las posibles características de los libros podrían incluir el género, el tema específico o el autor. De manera similar a las descripciones de elementos, los perfiles de usuario también se pueden derivar y "aprender" automáticamente, ya sea analizando el comportamiento y la retroalimentación del usuario o preguntando explícitamente sobre intereses y preferencias.

Recomendación basada en conocimientos

A veces no se puede construir un perfil de usuario o proponer artículos que les gusten a otros, por lo que se recurre a lo más popular. El sistema de recomendaciones normalmente hace uso de información adicional, a menudo proporcionada manualmente, tanto sobre el usuario actual como los elementos disponibles.

En estos sistemas una función de similitud estima cuanto las necesidades de los usuarios coinciden con las recomendaciones. Aquí, la puntuación de similitud puede interpretarse directamente con la utilidad de recomendación para el usuario. [25]

Enfoques híbridos

Los diferentes enfoques tienen ciertas ventajas y, por supuesto, desventajas dependiendo del entorno del problema. Una solución obvia es combinar diferentes técnicas para generar recomendaciones mejores o más precisas. Si, por ejemplo, existe conocimiento de la comunidad y se dispone de información detallada sobre los elementos individuales, se podría mejorar un sistema de recomendación mediante la hibridación del filtrado colaborativo o social con técnicas basadas en contenido

Métodos para recopilar conocimientos sobre las preferencias del usuario

Para generar recomendaciones personalizadas que se adapten a las necesidades específicas del usuario activo, los sistemas de recomendación recopilan las calificaciones de los elementos por parte de los usuarios y crea perfiles de usuario de formas que dependen de los métodos que utilizan los sistemas de recomendación para recopilar información personal sobre las preferencias del usuario. En general, estos métodos se clasifican en tres enfoques: [26]

- **Enfoque implícito**

Este enfoque no requiere la participación del usuario en la tarea de adquisición de conocimiento, sino que, en cambio, se registra el comportamiento del usuario y, específicamente, la forma en que reacciona a cada dato entrante. Ejemplos típicos de valoraciones implícitas son los datos de compra o el tiempo de lectura de las noticias.

- **Enfoque explícito**

Usuarios deben especificar explícitamente su preferencia por cualquier elemento en particular, generalmente indicando su grado de apreciación.

- **Enfoque de mezcla**

Es un sistema que utiliza una combinación del enfoque explícito e implícito.

Problemas fundamentales de los sistemas de recomendación

Existen problemas que se presentan en la mayoría de los sistemas de recomendación y que se deben de considerar en el diseño, los principales son los siguientes:[26]

- **Problema de arranque en frío.**

Está relacionado con la curva de la tasa de aprendizaje de un sistema de recomendación, es decir.

- **Problema de usuario nuevo.**

Es el problema de hacer recomendaciones a un nuevo usuario, donde casi no se sabe nada sobre sus preferencias.

- **Problema de artículo nuevo.**

Es el problema en el que se requieren calificaciones para artículos que no han sido calificados por los usuarios. Por lo tanto, hasta que el nuevo artículo sea calificado por un número satisfactorio de usuarios, el sistema de recomendación no podrá recomendar este artículo.

Podría eliminarse con el uso de enfoques basados en el contenido o híbridos en los que la información del contenido se utiliza para inferir similitudes entre los elementos.

- **Detección de novedades: calidad de las recomendaciones.**

Existe una competitividad entre el deseo de novedad y el deseo de recomendaciones de alta calidad. Por un lado, la calidad de las recomendaciones está relacionada con la “confianza” que los usuarios expresan por las recomendaciones. La novedad está relacionada con la “marca de tiempo — edad” de los ítems: los ítems más antiguos deben ser tratados como menos relevantes que los más nuevos y esto hace que aumente la tasa de novedad. Por tanto, una alta tasa de novedad producirá recomendaciones de mala calidad porque los usuarios no podrán identificar la mayoría de los elementos de la lista de recomendaciones.

- **Dispersión de calificaciones. El problema de la escasez**

Está relacionado con la indisponibilidad de un gran número de elementos clasificados para cada usuario activo. En consecuencia, tal escasez en las calificaciones degrada la selección precisa de los vecinos en el paso de la formación del vecindario y conduce a malos resultados de recomendación. Se han propuesto varias soluciones posibles para superar el problema de la escasez, como las similitudes basadas en el contenido, los métodos de FC basados en elementos, el uso de datos demográficos y una serie de enfoques híbridos.

- **Escalabilidad.**

Es especialmente con grandes sitios electrónicos, tiene que lidiar con un número cada vez mayor de usuarios y elementos. Por lo tanto, se requiere una cantidad cada vez mayor de recursos computacionales a medida que aumenta la cantidad de datos.

- **Problema de falta de transparencia.**

Los sistemas de recomendación suelen ser cajas negras, lo que significa que no puede explicar a sus usuarios por qué recomiendan esos elementos específicos.

- **Problema del usuario de Grey Sheep.**

Hay usuarios cuyas preferencias son atípicas (poco comunes) y varían significativamente de la norma. Después de la formación del vecindario, estos usuarios no tendrán muchos otros usuarios como vecinos. Como resultado, habrá malas recomendaciones para ellos.

Algoritmos de recomendación

Existe un amplio abanico de algoritmos de recomendación, la mayoría de ellos con uno o varios parámetros y componentes configurables. Por ello, se ha hecho una selección de aquellos mas representativos para realizar una comparación entre ellos sobre distintos conjuntos de datos con diferentes características. A continuación, se definen con detalle: [27]

- **Vecinos próximos (kNN)**

Este método selecciona los k vecinos más similares al usuario o al ítem objetivo, de forma que mediante la combinación lineal del rating de los vecinos se realiza una predicción de rating. A partir de esta predicción, podemos sacar el ranking de los productos a recomendar, simplemente por orden descendente del rating predicho (Koren 2010).

Los algoritmos de vecinos próximos se han desarrollado en dos perspectivas posibles: recomendación de vecinos próximos por usuario y por producto.

- **Basado en usuario (User kNN)**

Se recomiendan al usuario los ítems que han gustado a usuarios similares a este. Su fórmula es la siguiente como se muestra en la Ecuación 1:

$$f(u, i) = \sum_{\substack{v \in N_k(u) \\ r(v, i) \neq \emptyset}} sim(u, v) * r(v, i)$$

Ecuación 1: Basado en usuario (User Knn)

- **Basado en ítem (Item kNN)**

Se recomiendan al usuario los ítems que se parecen a otros que le han gustado. Su función de ranking es muy parecida a la de User kNN, como se muestra en la Ecuación 2:

$$f(u, i) = \sum_{\substack{j \in N_k(i) \\ r(u, j) \neq \emptyset}} sim(i, j) * r(u, j)$$

Ecuación 2: Basado en ítems (Item Knn)

Normalmente, este algoritmo se utiliza con el número de vecinos igual al número total de ítems, es decir, que el vecindario de cada uno de ellos es todos los demás existentes en el conjunto de datos. En cuanto a la función de similitud entre los usuarios o ítems, está se puede realizar mediante varios métodos. En las pruebas de este trabajo se ha incluido similitud por coseno, Jaccard y Pearson.

Coseno: Mide el ángulo entre los vectores (ratings) de cada par de usuarios, de forma que son más similares aquellos cuyos vectores tienen la misma orientación, como se muestra en la Ecuación 2.1.

$$sim(u, v) = \frac{\sum_{i: r(u,i) \neq \emptyset, r(v,i) \neq \emptyset} r(u, i) * r(v, i)}{\sqrt{\sum_{i: r(u,i) \neq \emptyset} r(u, i)^2} \sqrt{\sum_{i: r(v,i) \neq \emptyset} r(v, i)^2}}$$

Ecuación 2.1: Mide el ángulo entre los vectores (ratings) de cada par de usuarios o ítems

Jaccard: Dos usuarios o ítems son similares cuanto más parecida sea la intersección a la unión de ambos, es decir, entre mayor sean los ratings en común que tengan, independientemente del valor de rating, como se muestra en la Ecuación 2.2.

$$sim(u, v) = \frac{|u \cap v|}{|u \cup v|} = \frac{|u \cap v|}{|u| + |v| - |u \cap v|}$$

Ecuación 2.2: Dos usuarios o ítems son más similares cuanto más parecida sea la intersección a la unión de ambos

Pearson: Equivalente a la similitud por coseno, pero cada rating se centra en la puntuación promedio del usuario correspondiente. Para este caso existen dos versiones dependiendo de la forma de calcular el módulo de: por intersección, dónde se suman los ratings de los ítems que tiene en común con ; y total, donde también se incluyen los ratings de aquellos que desconoce, como se muestra en la ecuación 2.3.

$$sim(u, v) = \frac{\sum_{i: r(u,i) \neq \emptyset, r(v,i) \neq \emptyset} r(u, i) * r(v, i)}{\sqrt{\sum_{i: r(u,i) \neq \emptyset} r(u, i)^2} \sqrt{\sum_{i: r(v,i) \neq \emptyset} r(v, i)^2}}$$

Ecuación 2.3: Basada en el rating se centra en la puntuación promedio del usuario (o ítem) correspondiente

- **Factorización de matrices**

La idea es representar tanto los ítems como los usuarios como vectores en un espacio de factores latentes, con una coordenada por factor que representa el grado de afinidad de que uno de ellos sea el factor.

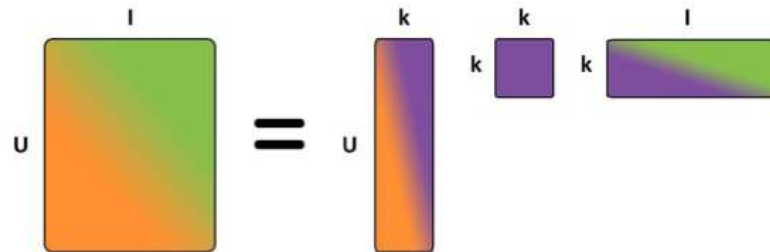


Figura 3. Descomposición de la matriz en el producto de otras tres.

Este efecto se puede realizar mediante la factorización de matrices (figura 3), descomponiendo la matriz original de ratings en un producto de varias matrices, dos o tres dependiendo del algoritmo, obteniendo siempre una primera matriz de usuarios por factores y una última de factores por ítems.

De esta forma, se obtienen k factores latentes que establecen un espacio de características común, tanto para los usuarios como para los ítems, permitiendo la comparación directa entre ellos. Así, un usuario da ratings de acuerdo a sus factores latentes y a los factores latentes de ellos. [27]

- **pLSA (probabilistic Latent Semantic Analysis)**

Divide la matriz de ratings en dos, usuarios por factores y factores por ítems, de forma que su función de ranking equivale a la probabilidad de que el usuario puntúe a él según el espacio de factores latentes.

- **SVD (Singular Value Decomposition)**

La factorización de la matriz de ratings genera tres matrices, para lo que se tiene en cuenta todos los ratings, asignándoles un cero a aquellos no conocidos. Se obtienen los vectores de usuario e ítem mediante el producto de las matrices obtenidas según la fórmula que se indica a continuación, de forma que su función de ranking consiste en la multiplicación de los vectores de ellos, centrado en la media del usuario.

- **SVDN (SVD no-empty entries)**

Variante del anterior algoritmo en la que se obtienen dos matrices en lugar de tres, se tiene en cuenta únicamente los ratings conocidos, y su función de ranking no se centra en la media del usuario. En este caso, entonces, el cálculo de dicha función es más inmediato, ya que los vectores de usuario e ítem se corresponden con la fila de la primera matriz y la columna de la segunda respectivamente, por lo que únicamente se multiplican la fila por la columna correspondiente.

- **HSVD (SVD with Hypergraph transformation)**

Este método está dirigido a la recomendación de ítems a usuarios nuevos en el sistema, es decir, con poca actividad en el entrenamiento. Por ello, el primer paso del algoritmo consiste en dividir la matriz de ratings en tres: ratings de los usuarios que no están en test, ratings conocidos (de entrenamiento) de los usuarios que están en test, y ratings desconocidos de los usuarios que están en test (lo que se recomendará).

- **ASVD (Assymetric SVD)**

Se trata de la versión asimétrica de SVD, que solo usa la tercera matriz de la descomposición para realizar las recomendaciones. Sigue exactamente los mismos pasos que HSVD, con la diferencia de que no se binariza la matriz de ratings de los usuarios viejos, sino que se utiliza la original con los ratings numéricos. En otras palabras, el algoritmo es idéntico excepto que en lugar de usar X_m se usa R_m .

- **Basados en contenido (BC)**

Este grupo de algoritmos se basa en la utilización de la descripción de cada ítem para recomendar, sin utilizar información de otros usuarios para generar la recomendación al usuario objetivo. Por ejemplo, para recomendar tweets en Twitter se pueden considerar las palabras o hashtags como la descripción del contenido del tweet objetivo.

- **Rocchio**

Se basa, como ya se ha anticipado, en el cálculo de centroides para cada usuario, de forma que se obtenga un vector “representante” para cada uno. Estas clases se corresponderán con las características (features) de los ítems, por ejemplo, en Twitter, las palabras clave del contenido de los tweets. De esta forma, se obtiene para cada usuario un centroide que representa su relación con cada cualidad.

La fórmula (Ecuación 3) para el cálculo de los centroides es la siguiente:

$$u[f] = \frac{1}{|u|} \sum_{i:r(u,i) \neq \emptyset} tfidf(f,i) * r(u,i), \text{ donde } u = \{r(u,i) \neq \emptyset | i \in \mathcal{I}\}$$

Ecuación 3: cálculo de centroides para cada usuario

Donde $u[f]$ denota el valor del centroide de usuario para una característica f , y $tfidf(f,i)$ es la importancia que tiene la característica en el ítem y en general, ya que también tiene en cuenta la “rareza” de la misma (una muy común tendrá menos importancia que otra más rara en el ítem).

Una vez se dispone de los centroides, el cálculo de la similitud de los usuarios con cada uno de los ítems se realiza mediante cualquiera de los métodos anteriormente descritos. En este caso se ha seguido la fórmula de similitud mediante coseno como se muestra en la ecuación 4:

$$f(u,i) = sim(u,i) = \frac{\sum_f u[f] * tfidf(f,i)}{\sqrt{\sum_f u[f]^2} \sqrt{\sum_f tfidf(f,i)^2}}$$

Ecuación 4: similitud mediante coseno

- **Item kNN**

La estructura de este algoritmo es idéntica a la de FC del mismo nombre, pero se diferencian en la forma de calcular la similitud entre los ítems. Mientras el de FC utiliza los ratings de otros usuarios, este utiliza la descripción de ellos, como se muestra en la ecuación 5.

$$sim(i, j) = \frac{\sum_f tfidf(f, i) * tfidf(f, j)}{\sqrt{\sum_f tfidf(f, i)^2} \sqrt{\sum_f tfidf(f, j)^2}}$$

Ecuación 5: Formula Item kNN

- **Algoritmos no personalizados**

Estos algoritmos recomiendan ítems sin conocer ningún dato del usuario, de forma impersonal, como su propio nombre indica.

- **Popularidad**

Recomienda los ítems por orden de popularidad y, por tanto, da exactamente el mismo ranking a cada uno de los usuarios. Por “popularidad de un ítem” se entiende el número de usuarios que han interactuado con él (para ser más precisos, que el sistema ha observado interactuando).

- **Random**

Recomienda ítems de forma aleatoria a cada usuario y su precisión está relacionada con la densidad del conjunto de datos. La efectividad de la recomendación aleatoria, medida con una cierta métrica, se puede interpretar como la esperanza del valor de la métrica sobre el conjunto de datos en el que se aplica.

Restaurantes

¿Qué es un restaurante?

En el concepto de restaurantes se comprende cuantos establecimientos, cualquiera que sea su dominación, sirvan al público, mediante precio, comidas y bebidas, para ser consumidas en el mismo local [28].

Se entiende que un restaurante es un establecimiento con cocina con el objetivo de servir comidas y bebidas en un espacio dentro del mismo, recogida en carta o menú del día, preparadas en la misma instalación por sus empleados.

Tipos de restaurantes.

Los restaurantes se clasifican de acuerdo con las costumbres sociales, hábitos y requerimientos personales y el tipo de clientes, a continuación, el listado: [29]

- **Restaurantes Gourmet**

Se caracterizan por servir alimentos de alta calidad y servidos a la mesa. Se especializa generalmente porque sus platillos son bien elaborados y poco comunes.

- Los restaurantes gourmet por lo general definen su estilo y menú en relación con el chef principal, y suelen ganar renombre dependiendo de qué tan originales sean sus recetas. Al mismo tiempo, un restaurante con cierto concepto específico, o que sirve solo un tipo de comida, puede considerarse gourmet si la calidad de las recetas y los alimentos es excelente.
- **Restaurante de Especialidad**
Ofrece una variedad limitada de estilos de cocina, su menú cuenta con diferentes platillos de acuerdo con su especialidad. En ocasiones se confunde con el restaurante étnico que acostumbra a ofrecer los platillos más representativos de una región. Dentro de esta clase de restaurantes encontramos otra clasificación de acuerdo con el tipo de comida:
 - Vegetarianos y macrobióticos
 - De pescado y mariscos
 - Carnes rojas
 - Aves
- **Restaurante Familiar**
Se sirven alimentos sencillos a precios accesibles, se caracteriza por el tipo de servicio que es bastante confiable, generalmente este tipo de restaurantes son franquicias. Por supuesto, dentro de esta categoría también suelen caer la mayor parte de los emprendimientos pequeños de comida y las cocinas económicas.
- **Restaurante Buffet**
Los comensales pueden elegir entre una gran variedad de platillos cocinados y dispuestos para autoservicio. Generalmente el precio es una cantidad fija por persona, aunque en ocasiones el precio va de acuerdo con la cantidad de platos.

Los restaurantes tipo buffet son una de las opciones más socorridas por aquellos que buscan iniciar un negocio de comida, ya que pueden estar compuestos de todo tipo de platillos. En este tipo de restaurante lo más importante es el precio y la cantidad de comida que se sirve. [29]
- **Restaurante de comida rápida**
Este tipo de restaurantes son informales y ofrecen productos simples y de rápida preparación como hamburguesas, papas, pizzas o pollo frito.

Como es bien sabido, la mayor parte de las franquicias de comida pertenecen a esta clasificación, ya que la preparación de los alimentos suele ser muy sencilla y los procesos se estandarizan, a diferencia de los restaurantes tipo gourmet, donde la realización artesanal de los platillos es el atractivo principal.
- **Restaurantes temáticos**
Se clasifican de acuerdo con el tipo de comida que ofrecen, aquí es donde encontramos los que ofrecen alimentos de acuerdo con su origen (cocina italiana, francesa, argentina, etc.).

También encontramos los restaurantes de espectáculos, que son los que generalmente están asociados con algún tipo de personaje o tipo de música.

En este tipo de negocios, y los restaurantes de especialidad, podemos encontrar una gran afluencia de turistas, debido a las actividades del turismo gastronómico.

Tendencia en Restaurantes

Actualmente la tecnología está involucrada en nuestra vida diaria, tanto como la presión social y la necesidad de formar parte de grupos sociales que también es uno de los factores clave a la hora de comer fuera de casa. Un restaurante no solo es un lugar para comer, también sirve como centro social.[30]

Tendencias de restaurantes-tecnología

La tecnología está impactando en casi todos los aspectos de nuestras vidas y lo seguirá haciendo en el futuro y en ningún sector es esto más evidente que en la industria las nuevas tecnologías para restaurantes y gastronomía. [31]

Durante estos últimos años diferentes restaurantes han implementado avances tecnológicos para ofrecer al cliente una mejor experiencia, mejora en tiempos de compra, espera y servicio. Dando como resultado un aumento de ventas. A continuación, mencionaremos las tendencias más destacables de la tecnología implementada en el giro de los restaurantes.

- Realidad virtual para ver los menús: Por medio de una aplicación móvil se proyectan los platillos en realidad aumentada.
- Cocinas fantasmas o *dark kitchens*: También conocidas como cocinas virtuales, en donde ofrecen comida por medio de una aplicación móvil, el cliente elige el platillo, se prepara y se entrega al domicilio indicado.
- Impresoras 3D de alimentos y bebidas: Por medio de una impresora 3D se hacen moldes de alimentos y bebidas.
- Uso de drones para reparto a domicilio
- Robots para servir las mesas
- Pedido Online y delivery
- Pagos con sistema contactless

En México, han sido pocos los restaurantes que han implementado este tipo de avances tecnológicos. Por ello, se propone implementar esta tecnología en nuestro país.

Cartas de restaurantes

Una carta de restaurante es un instrumento que representa la oferta de platillos en donde el cliente a través de ella selecciona que consumirá. Esta es la presentación principal del establecimiento, sin importar del tipo de restaurante que se trate, con ella podemos captar la atención de los clientes y conseguir convencerle de que consuman en ese restaurante. Recordando que la primera impresión es lo más importante. [31]

División de la carta

- Entremeses fríos y calientes

- Caldos, sopas, cremas y consomé
- Verduras y ensaladas
- Pastas
- Pescados y mariscos
- Carnes
- Postres
- Bebidas
- Desayunos

Información Nutricional de alimentos

La información nutricional es una tabla o etiqueta que nos brinda especificaciones de un alimento, como su valor energético y la cantidad de nutrientes que contiene. Con esta información conocemos las porciones de nutrientes que ingerimos y la cantidad de calorías que aportan.

La importancia de la información nutricional radica básicamente en conocer qué nutrientes contienen los alimentos que ingerimos y en qué proporción, así como también la cantidad de calorías que aportan. Toda esta información es muy provechosa al momento de planificar la ingesta diaria, sobre todo cuando estamos haciendo algún tipo de dieta en particular. [32]

Calorías

Las calorías son la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de un gramo de agua pura un grado centígrado a una presión de una atmósfera. [33]

Diariamente realizamos diversas actividades, por ello es por lo que necesitamos el suficiente aporte de energía. Es importante para el buen funcionamiento del corazón, del sistema nervioso, para realizar el trabajo muscular, para desarrollar una actividad física, para los procesos biosintéticos relacionados con el crecimiento para desarrollar una actividad física, para la reproducción y reparación de tejidos y también para mantener la temperatura corporal. [33]

Grasas

Las grasas son un tipo de nutriente que se obtiene de la alimentación. Es esencial comer algunas grasas, aunque también es dañino comer demasiado. [34]

Son sustancias químicas que están en muchos alimentos y también en el cuerpo. Su función más conocida es ser una reserva de energía. Sirven para asimilar vitaminas como la A, D, E y K. También tienen otras funciones menos conocidas que son importantes, sujetan y protegen a los órganos internos y forman parte de las membranas de todas las células del organismo.

Azúcares

Los azúcares pueden definirse como un tipo de molécula orgánica carbohidrático, es decir, un tipo simple de carbohidratos. Están compuestos químicamente por unidades repetidas de átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno. [35]

El rol primordial de los azúcares en nuestro cuerpo es de fuente de energía a nivel celular.

Los azúcares se encuentran de forma natural en los alimentos, por ejemplo, frutas, verduras y leche.

Ejemplos de azúcares:

- Glucosa. La molécula fundamental de energía para sostener la respiración de los seres vivos. Es una hexosa y se encuentra libre en la miel y en las frutas.
- Fructosa. Un azúcar presente en los vegetales y en las frutas.
- Manosa. Un monosacárido común en los tejidos de las plantas, clasificable como una aldosa, es decir, un azúcar con un grupo aldehído unido a uno de sus átomos de carbono. Presenta un enorme rendimiento energético.
- Lactosa. El azúcar simple presente en la leche y que le confiere tanto su dulzura, como su valor energético. Es un disacárido compuesto por una molécula de galactosa y otra de glucosa.
- Sacarosa. La azúcar común o azúcar de mesa, es un disacárido compuesto por glucosa y fructosa, sintetizado en plantas, pero no en los animales superiores. [35]

Sodio

El sodio (Na) es un macromineral que forma parte de la sal de mesa o cloruro sódico, con fórmula química (ClNa). Al igual que el potasio y el cloro, es un electrolito y posee importantes funciones en la regulación de las concentraciones de los medios acuosos. Nuestros músculos y nervios lo necesitan para funcionar como es debido. [36]

2.3 Metodología

Dentro de la rama de Ingeniería de software es importante definir que metodología se utiliza tanto para el conjunto de datos como para el desarrollo de la aplicación móvil. A continuación, se definen:

2.3.1 Análisis de datos

El propósito del análisis de los Datos concentrados en la base de datos es definir patrones de comportamiento utilizando técnicas de minería de datos, con la finalidad de poder crear una recomendación personalizada al usuario. El modelo que se ha elegido es SEMMA que es el acrónimo de SAMPLE, EXPLORE, MODIFY, MODEL, ACCESS, que se puede interpretar como muestra, explora, modela y evalúa. Todo esto hace referencia al proceso básico para realizar Minería de Datos. Se elige este modelo ya que permite trabajar con una base de datos fija, la cual ya tiene los datos limpios y solo se concentra en la parte de análisis y selección de variables objetivo para que finalmente se defina una representación conceptual, en la figura 2.3.1 se visualiza la estructura del modelo a implementar.

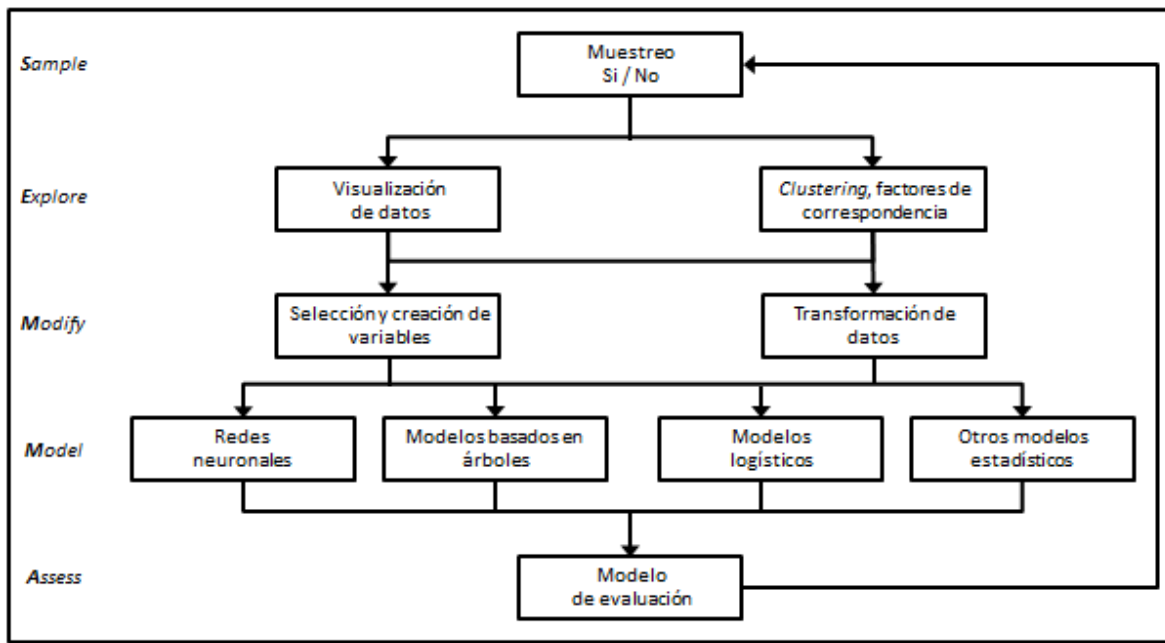


Figura 2.3.1 Diagrama SEMMA

Figura obtenida de: Metodologías de Minería de Datos más usadas en la actualidad [37]

Este modelo se realiza a partir de una muestra representativa de los datos, se aplican técnicas estadísticas de exploración y visualización, se seleccionan y transforman variables, se modela con las variables para predecir y se evalúa la exactitud del modelo generado. [37]

SAMPLE (muestreo de datos): En esta etapa se preparan los datos para su posterior exploración. Se realiza mediante la extracción de un subconjunto significativo de datos que contiene información relevante que a la vez es rápido de manipular. Con la finalidad de detectar si existen patrones generales en la base de datos.

EXPLORE (Exploración de datos): Se trata de la exploración de los datos. Analizamos que datos sirven y cuales hay que eliminar ya que no tienen relación con la variable objetivo, todo esto con la finalidad de refinar el proceso de descubrimiento. Se utilizan técnicas visuales, estadísticas incluyendo análisis factorial, análisis de correspondencia

MODIFY (Modificación de datos): Se centra en la selección y transformación de variables y datos que servirán para la construcción de modelos. Se utiliza para encontrar valores atípicos, reducir el numero de variables y seleccionar las que sean más significativas.

MODEL (modelado de datos): En esta parte seleccionamos el modelo, pero este dependerá totalmente de los datos que tenemos y del tipo de variables que se tienen. Los algoritmos programados buscan automáticamente un subconjunto de datos que predice con confianza los resultados esperados. Entre las técnicas de Minería de datos están las redes neuronales, arboles de decisión, regresión logística, series temporales y análisis de componentes principales.

ASSESS (Evaluación de datos): Se observa la fiabilidad y se calcula la eficiencia de los modelos. Para esta tarea se reserva con frecuencia una partición de los datos la cual es considerada hasta estos momentos. Si el modelo es estable debe tener un nivel de predicción aceptable para estos datos, de esta forma se evalúa. [37]

2.3.2 Diseño del sistema

La metodología que se utilizara para llevar a cabo el desarrollo del software es el modelo Incremental como se muestra en la figura 2.3.2. Este modelo aplica secuencias lineales de forma escalonada mientras progresa el tiempo en el calendario. Cada secuencia lineal produce un incremento del software.

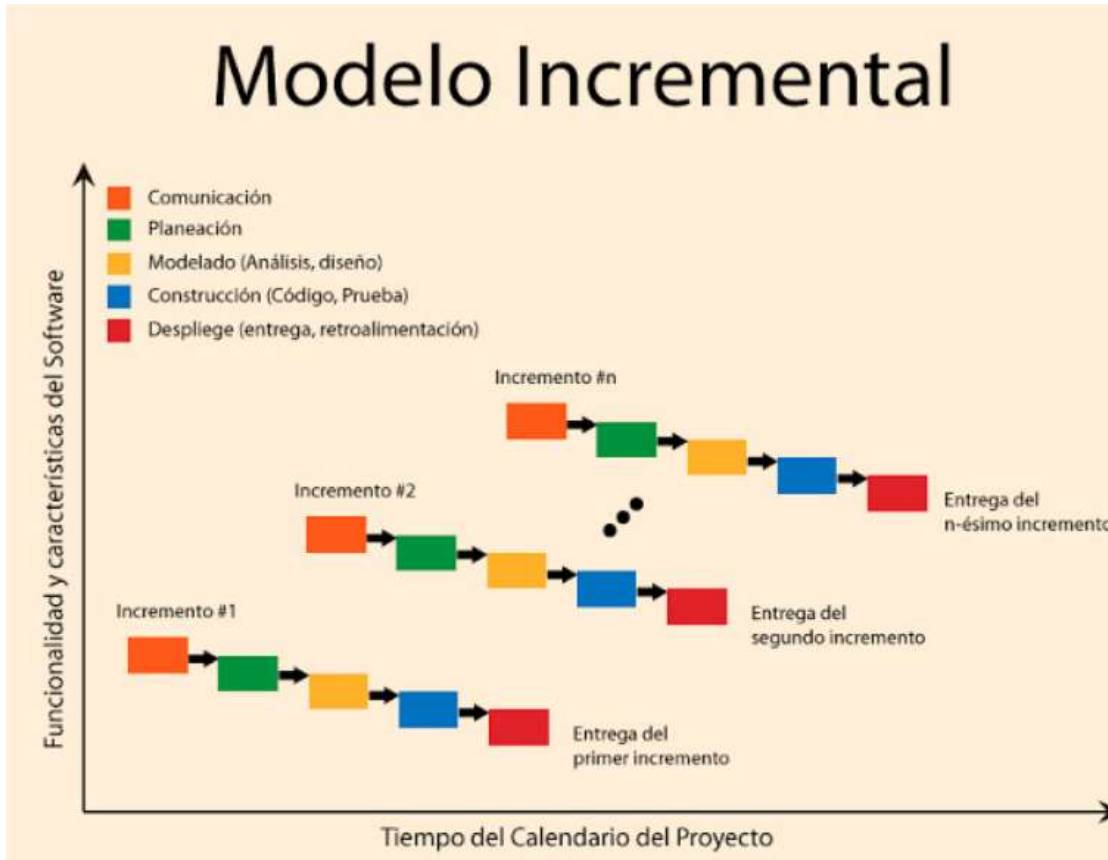


Figura 2.3.2 Modelo Incremental [38]




Al utilizar este modelo, se tendrá como primer incremento un producto esencial el cual se asocia con el análisis de datos como parte del desarrollo del software, dando como resultado el modelo de predicción. Así, tendremos dos incrementos más en la parte del desarrollo de software, en donde se determina los requerimientos del sistema, diseño, codificación y pruebas. Quedando de la siguiente forma:

Incrementos

1. Representación de modelo conceptual
2. Aplicación móvil
3. Algoritmos de recomendación y generación de recomendaciones
4. Despliegue de platillos en Realidad Aumentada

2.4 Herramientas

A continuación, se mencionan en la figura 2.3, las herramientas de software que se tienen consideradas para el desarrollo del proyecto.

 <h1>Flutter</h1>	<p>Flutter es un framework de código abierto desarrollado por Google para crear aplicaciones nativas de forma fácil, rápida y sencilla. Su principal ventaja radica en que genera código 100% nativo para cada plataforma.</p> <p>Entre las funcionalidades encontramos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calidad nativa: Es totalmente nativo, eso quiere decir que el desarrollo de un solo proyecto es utilizado en todos los sistemas operativos. • Experiencia de usuario • Tiempo de carga: Experimenta tiempos de carga por debajo de un segundo en cualquiera de los soportes Android y iOS. • Desarrollo Ágil y Rápido: Se programa y se pueden ver los cambios en tiempo real en tu propio dispositivo o simuladores.[39]
 <h1>ARCore</h1>	<p>Google define ARCore como una plataforma para crear experiencias de realidad aumentada.</p> <p>Funcionalidad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tracking de movimiento: usando los sensores del móvil y el reconocimiento de la cámara. • Comprensión ambiental: la capacidad para detectar el tamaño y ubicación de distintas superficies y sus ángulos. • Estimación de luz: el móvil puede estimar la luz de un lugar concreto y usar la información para integrar objetos virtuales de forma más realista.[40]
	<p>Cloud SQL es un servicio integrado en Google Cloud Platform que facilita la configuración, gestión, almacenamiento y mantenimiento de bases de datos relacionales en la nube.</p> <p>Utiliza la última tecnología de Google Cloud Platform para añadir nuevas</p>

	<p>funcionalidades, además de las características propias de las BBDD SQL. Por ejemplo, copias de seguridad y replicación, o la implementación de actualizaciones y parches. Todo ello gestionado por Google.</p> <p>Entre sus características encontramos que es escalable, con conexión segura, realiza copias de seguridad automáticas y a demanda, alta disponibilidad, réplicas de balanceo de carga, diferentes opciones de conexión y una gestión sencilla a través de una interfaz gráfica. [41]</p>
	<p>Es un lenguaje de programación versátil multiplataforma y multiparadigma que se destaca por su código legible y limpio. Una de las razones de su éxito es que cuenta con una licencia de código abierto que permite su utilización en cualquier escenario.</p> <p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simplificado y rápido: Este lenguaje simplifica mucho la programación, es un gran lenguaje para scripting. • Elegante y flexible: El lenguaje ofrece muchas facilidades al programador al ser fácilmente legible e interpretable. • Programación sana y productiva: Es sencillo de aprender, con una curva de aprendizaje moderada. Es muy fácil comenzar a programar y fomenta la productividad. • Ordenado y limpio: es muy legible y sus módulos están bien organizados. • Portable: Es un lenguaje muy portable. Podemos usarlo en prácticamente cualquier sistema de la actualidad. • Comunidad: Cuenta con un gran número de usuarios. Su comunidad participa activamente en el desarrollo del lenguaje. [42]

	<p>OAuth 2 es una estructura (framework) de autorización que le permite a las aplicaciones obtener acceso limitado a cuentas de usuario en un servicio HTTP, como Facebook, GitHub y DigitalOcean. Delega la autenticación del usuario al servicio que aloja la cuenta del mismo y autoriza a las aplicaciones de terceros el acceso a dicha cuenta de usuario. OAuth 2 proporciona flujos de autorización para aplicaciones web y de escritorio; y dispositivos móviles. [43]</p>
	<p>Firebase es una plataforma para el desarrollo de aplicaciones web y aplicaciones móviles lanzada en 2011 y adquirida por Google en 2014.¹ Es una plataforma ubicada en la nube, integrada con Google Cloud Platform, que usa un conjunto de herramientas para la creación y sincronización de proyectos que serán dotados de alta calidad, haciendo posible el crecimiento del número de usuarios y dando resultado también a la obtención de una mayor monetización.[44]</p>
	<p>Unity es lo que se conoce como un motor de desarrollo o motor de juegos. El término motor de videojuego, game engine, hace referencia a un software el cual tiene una serie de rutinas de programación que permiten el diseño, la creación y el funcionamiento de un entorno interactivo; es decir, de un videojuego.</p> <p>Dentro de las funcionalidades típicas que tiene un motor de videojuegos, son las siguientes[45]:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Motor gráfico para renderizar gráficos 2D y 3D • Motor físico que simule las leyes de la física • Animaciones • Sonidos • Inteligencia Artificial

	<ul style="list-style-type: none"> • Programación o scripting • Etc, etc.
--	---

Cuadro 2.3 Lenguajes y tecnologías a utilizar

3 Desarrollo del sistema

En el siguiente apartado, se describe el diseño y análisis para el desarrollo del sistema en general. Se definen los requerimientos funcionales y no funcionales, los cuales ayudan a dar orientación y enfoque al proyecto, asimismo, se diseñan los casos de uso que se presentan durante el desarrollo de la aplicación.

3.1 Análisis

En este apartado se enfoca determinar los objetivos y límites de la aplicación a realizar, así como estructurar la app y su funcionamiento, marcando directrices que permitan alcanzar los objetivos propuestos y evaluar sus posibles consecuencias.

3.1.1 Análisis de requerimientos

Para comenzar con este análisis es importante definir los requerimientos funcionales, los cuales son las descripciones explícitas del comportamiento que debe tener la app, así como la información con la cual se trabaja.

3.1.1.1 Requerimientos funcionales

- La aplicación permitirá la búsqueda de platillos.
- La aplicación obtendrá la información de la interacción de cada usuario por medio de evaluaciones implícitas considerando parámetros como el tiempo de visualización del platillo, las veces que ha elegido el platillo y características e ingredientes del platillo.
- La aplicación permitirá al usuario la visualización de los platillos elegidos por medio de Realidad Aumentada
- La aplicación generará recomendaciones de platillos de acuerdo con la información recuperada de los usuarios.
- La aplicación proporcionará etiquetas de alerta de excesos de azúcares, grasas, sodio y calorías que pudieran verse reflejadas en los platillos elegidos.
- La aplicación generará un código QR para cada orden
- Sistema de autenticación de usuario

3.1.1.2 Requerimientos no funcionales

- Las recomendaciones de la aplicación serán procesadas por medio de una API
- El sistema debe proporcionar mensajes de error para el usuario final
- El sistema deberá hacer las recomendaciones en un tiempo no mayor a un minuto por usuario

3.1.2 Definición de incrementos

• INCREMENTO #1 Representación de modelo conceptual

En este incremento se hace el análisis de los datos que nos serán proporcionados por la base de datos diseñada. Esta misma posee datos de la carta y de los usuarios. Con ellos podremos analizarlos y determinar que técnica de minería de datos es la que se debe aplicar. Como resultado, tendremos las variables objetivo identificadas así como el modelo del módulo para la generación de recomendaciones.

- **INCREMENTO #2 Aplicación móvil**

En este incremento se hará el diseño y desarrollo de la aplicación móvil, así como cada uno de los módulos que se implementaran. Se realizarán las conexiones de BD y la interfaz, así como el backend de sus funcionalidades correspondientes al desarrollo y la integración del recomendador. Como resultado de este incremento se obtendrá la aplicación móvil

- **INCREMENTO #3 Recomendador y generación de recomendaciones**

En este incremento se identificarán patrones de comportamiento con los datos obtenidos. Posteriormente, se definirán e implementarán los algoritmos de recomendación que serán implementados. Como resultado, tendremos una representación conceptual donde se identificarán patrones de comportamiento y los módulos de recomendación funcionando.

- **INCREMENTO #4 Despliegue de platillos en Realidad Aumentada**

En este incremento se hará la integración de la aplicación móvil, con todos los platillos ya listos para ser proyectados en Realidad Aumentada. Como resultado de este incremento se tendrá el despliegue de los platillos en RA.

3.1.3 Riesgos

- R1 Tiempo insuficiente para finalizar el proyecto
- R2 Lesión o enfermedad en los integrantes del equipo
- R4 Fallos en los equipos de computo
- R5 Redefinición en los requerimientos funcionales
- R6 Integración o cambios de herramientas

3.2 Diseño

3.2.1 Arquitectura del sistema

En la figura 3.2.1 se muestra el diseño de la arquitectura del sistema a desarrollar.



Figura 3.2.1 Arquitectura de la aplicación

Los clientes ingresaran a la aplicación y comenzaran a interactuar con la aplicación por medio de sus funcionalidades, esta interacción se guardará en la base de datos para que estos datos sean enviados al recomendador, el cual será el encargado de enviar recomendaciones personalizadas al cliente. Una vez que el cliente seleccione un platillo, tendrá la oportunidad de poder desplegarlo en Realidad Aumentada y levantar un pedido.

3.2.2 Diagramas de casos de uso

En la figura 3.2.2.0 Se presenta el diagrama de casos de uso general para la aplicación. Donde se visualizan todas las funcionalidades que posee.

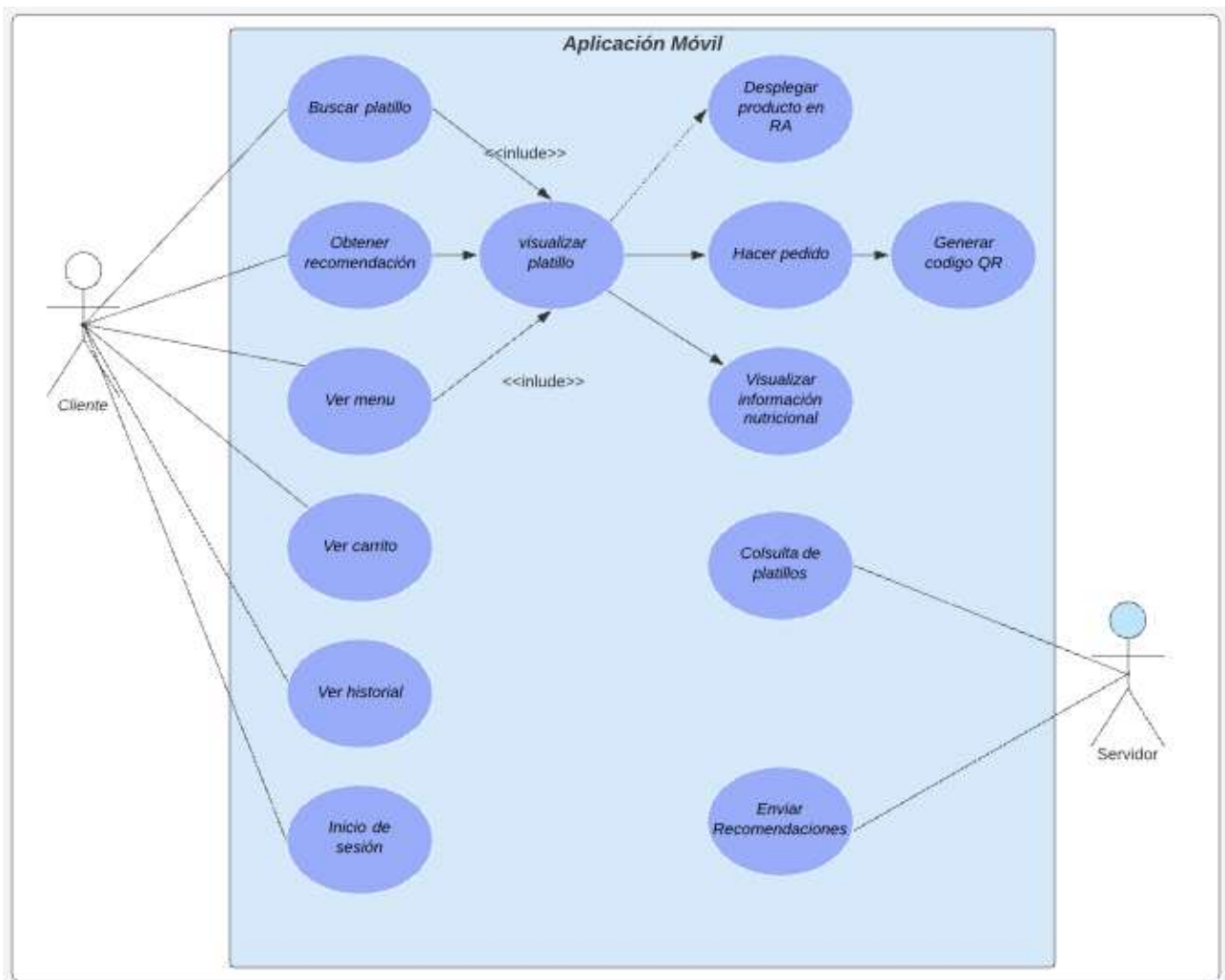


Figura 3.2.2.0 Diagrama de casos de uso
Fuente: Elaboración propia

A continuación, se describen los cuadros respectivos a cada uno de los casos de uso presentados en el diagrama anterior.

3.2.2.1 CU01 Buscar Platillo

Caso de uso: Buscar platillo

ID:	CU01
Actor:	Cliente
Propósito:	El cliente pueda encontrar un platillo específico por medio del buscador
Datos de entrada:	<ul style="list-style-type: none"> Palabras clave relacionadas con platillos
Datos de salida:	Lista de platillos relacionados con la palabra clave
Pre-condición:	El usuario tiene que estar registrado en la aplicación Debe estar en el buscador Debe escribir una palabra Clave en el buscador
Post-condición:	Se mostrará la lista de resultados encontrados
Referencia:	Ninguna
Autor:	Celaya Ordaz Marco Antonio
Fecha:	27/Mayo/2021

Cuadro 1: Diagrama de casos de uso – Buscar Platillo

3.2.2.2 CU02 Obtener recomendación

Caso de uso: Obtener recomendación

ID:	CU02
Actor:	Cliente
Propósito:	El cliente pueda visualizar recomendaciones según su interacción con el sistema y según características del restaurante
Datos de entrada:	<ul style="list-style-type: none"> Interacción con la aplicación Hora de ingreso Historial de búsqueda Pedidos
Datos de salida:	Recomendaciones personalizadas y no personalizadas
Pre-condición:	Para tener una recomendación personalizada: <ul style="list-style-type: none"> Haber ingresado más de una vez a la aplicación Interactuar con la aplicación Para tener una recomendación <ul style="list-style-type: none"> Platillos más vendidos
Post-condición:	Ninguna
Referencia:	Ninguna
Autor:	Rojas Zepeda Luis Eduardo
Fecha:	27/Mayo/2016

Cuadro 2: Diagrama de casos de uso – Obtener recomendación

3.2.2.3 CU03 Ver Menú

Caso de uso: Ver menú

ID:	CU03
Actor:	Cliente
Propósito:	Visualizar todos los platillos ofertados en el restaurante para que el cliente pueda consultarlos y realizar un pedido
Datos de entrada:	Ninguno
Datos de salida:	Despliegue del menú
Pre-condición:	Haber iniciado sesión en la aplicación Estar en el apartado de menú
Post-condición:	Ninguna
Referencia:	Ninguna
Autor:	Rojas Zepeda Luis Eduardo
Fecha:	27/Mayo/2016

Cuadro 3: Diagrama de casos de uso – Ver menú

3.2.2.4 CU04 Ver Carrito

Caso de uso: Ver carrito

ID:	CU04
Actor:	Cliente
Propósito:	Llevar un control de los platillos seleccionados por el cliente

Datos de entrada:	Platillos añadidos a carrito
Datos de salida:	Se visualizan todos los platillos que el cliente ha seleccionado con la finalidad de levantar un pedido.
Pre-condición:	<ul style="list-style-type: none"> • Iniciar sesión en la aplicación • Seleccionar un platillo • Oprimir el botón “Añadir a carrito”
Post-condición:	Ninguna
Referencia:	Ninguna
Autor:	Rojas Zepeda Luis Eduardo
Fecha:	27/Mayo/2016

Cuadro 4: Diagrama de casos de uso – Ver Carrito

3.2.2.5 CU05 Ver Historial

Caso de uso: Ver historial

ID:	CU05
Actor:	Cliente
Propósito:	Visualización del historial de pedidos del cliente para futuras recomendaciones
Datos de entrada:	Ninguna
Datos de salida:	Despliegue del historial de búsqueda de platillos
Pre-condición:	<ul style="list-style-type: none"> • Iniciar sesión en la aplicación • Haber realizado búsquedas de platillos
Post-condición:	Ninguno
Referencia:	Ninguna
Autor:	Rojas Zepeda Luis Eduardo
Fecha:	27/Mayo/2016

Cuadro 5: Diagrama de casos de uso – Ver Historial

3.2.2.6 CU06 Inicio de sesión

Caso de uso: Inicio de sesión

ID:	CU06
Actor:	Cliente
Propósito:	El cliente pueda ingresar a la aplicación para poder realizar todas las funcionalidades de la aplicación
Datos de entrada:	<ul style="list-style-type: none"> • Ingreso de credenciales • Nombre • Contraseña
Datos de salida:	Verificación de credenciales / Registro de usuario
Pre-condición:	Tener una cuenta de Google Dar permisos para validar credenciales
Post-condición:	Ingreso a pantalla principal de la aplicación
Referencia:	Ninguna
Autor:	Perez Cruz Pamela Lizeth
Fecha:	27/Mayo/2021

Cuadro 6: Diagrama de casos de uso – Inicio Sesión

3.2.2.7 CU07 Visualizar platillo

Caso de uso: Visualizar platillo

ID:	CU07
Actor:	Cliente
Propósito:	Que el cliente pueda ver el platillo seleccionado, así como especificaciones del mismo
Datos de entrada:	Ninguno
Datos de salida:	Ver platillo en pantalla
Pre-condición:	Iniciar sesión en aplicación Seleccionar un platillo del menú
Post-condición:	Almacenamiento de interacción.
Referencia:	CU01, CU02, CU03
Autor:	Perez Cruz Pamela Lizeth
Fecha:	27/Mayo/2021

*Cuadro 7: Diagrama de casos de uso – Visualizar platillo***3.2.2.8 CU08 Desplegar producto en RA****Caso de uso: Desplegar producto en RA**

ID:	CU08
Actor:	Cliente
Propósito:	Dar una experiencia nueva al usuario para que pueda visualizar el platillo seleccionado por medio de Realidad aumentada.
Datos de entrada:	Ninguna
Datos de salida:	Proyección del platillo en Realidad Aumentada
Pre-condición:	Iniciar sesión en aplicación Seleccionar un platillo del menú Dar click en el botón con iconografía de cámara
Post-condición:	Almacenamiento de interacción.
Referencia:	CU01, CU02, CU03, CU07
Autor:	Perez Cruz Pamela Lizeth
Fecha:	27/Mayo/2021

*Cuadro 8: Diagrama de casos de uso – Desplegar producto en RA***3.2.2.9 CU09 Hacer pedido****Caso de uso: Hacer pedido**

ID:	CU09
Actor:	Cliente
Propósito:	Que el cliente pueda levantar un pedido con los platillos previamente agregados al carrito para la generación de código QR
Datos de entrada:	<ul style="list-style-type: none"> Platillos seleccionados del carrito
Datos de salida:	Código QR para que sea escaneado y le lleven el pedido hasta su mesa
Pre-condición:	Iniciar sesión en aplicación Haber agregado al menos un platillo al carrito

Post-condición:	Almacenamiento de pedido.
Referencia:	CU01, CU02, CU03, CU07
Autor:	Perez Cruz Pamela Lizeth
Fecha:	27/Mayo/2021

Cuadro 9: Diagrama de casos de uso – Hacer pedido

3.2.2.10 CU010 Visualizar información nutricional

Caso de uso: Visualizar información nutricional

ID:	CU10
Actor:	Cliente
Propósito:	Dar a conocer al cliente el porcentaje de calorías, grasas, azúcares y sodio posee su platillo para llevar un control de su alimentación.
Datos de entrada:	Ninguno
Datos de salida:	Etiquetas con la información nutricional de ese platillo
Pre-condición:	Iniciar sesión en aplicación Seleccionar un platillo del menú
Post-condición:	Ninguna.
Referencia:	CU01, CU02, CU03, CU07
Autor:	Perez Cruz Pamela Lizeth
Fecha:	27/Mayo/2021

Cuadro 10: Diagrama de casos de uso – Visualizar información nutricional

3.2.2.11 CU11 Generar código QR

Caso de uso: Generar código QR

ID:	CU11
Actor:	Cliente
Propósito:	Integrar todos los platillos seleccionados en un solo pedido y generar un QR para que sea escaneado
Datos de entrada:	Lista de platillos añadidos al carrito
Datos de salida:	Código QR Pedidos
Pre-condición:	Iniciar sesión en aplicación Haber agregado uno o más platillos al carrito Dar click en “Levantar pedido”
Post-condición:	Almacenamiento de código QR.
Referencia:	CU01, CU02, CU03, CU07, CU09
Autor:	Celaya Ordaz Marco Antonio
Fecha:	27/Mayo/2021

Cuadro 11: Diagrama de casos de uso – Generar código QR

3.2.2.12 CU12 Consulta de platillos

Caso de uso: Consulta de platillos	
ID:	CU12
Actor:	Servidor
Propósito:	Realizar una consulta del menú y de los platillos seleccionados por el usuario
Datos de entrada:	Platillos seleccionados por el cliente
Datos de salida:	Consultas de los platillos con características ingresadas por el usuario
Pre-condición:	Que el cliente realice una búsqueda por medio de palabras clave de acuerdo al platillo que quiera consultar
Post-condición:	Ninguna
Referencia:	Ninguna
Autor:	Celaya Ordaz Marco Antonio
Fecha:	27/Mayo/2021

Cuadro 12: Diagrama de casos de uso – Consulta de platillos

3.2.2.13 CU13 Enviar recomendaciones

Caso de uso: Enviar recomendaciones	
ID:	CU13
Actor:	Servidor
Propósito:	Desplegar recomendaciones personalizadas y no personalizadas al usuario para facilitar el proceso de selección de un platillo
Datos de entrada:	<ul style="list-style-type: none">Navegación del usuario e interacción con la aplicación
Datos de salida:	Recomendaciones
Pre-condición:	Iniciar sesión en aplicación Que el cliente realice actividades en la aplicación
Post-condición:	Ninguna
Referencia:	Ninguna
Autor:	Celaya Ordaz Marco Antonio
Fecha:	27/Mayo/2021

Cuadro 13: Diagrama de casos de uso – Enviar Recomendaciones

4 Representación de modelo conceptual (Incremento #1)

En esta sección se describe el proceso llevado a cabo en el análisis de los datos extraídos desde la base de datos diseñada para la aplicación, al final de esta sección se seleccionará la técnica de minería de datos a utilizar para el desarrollo de este proyecto.

Como ya se había mencionado, para el desarrollo del análisis de datos se empleará la técnica de SEMMA (SAMPLE, EXPLORE, MODIFY, MODEL, ASSESS) . En los siguientes apartados se describe el desarrollo del análisis por cada etapa de SEMMA.

4.1 SAMPLE

Esta fase se realiza la limpieza de los datos, pero dado que los datos extraídos son directos la base de datos utilizada para la aplicación, se considera que ya está limpia.

4.2 EXPLORE

Realizando una exploración en la Base de datos contamos con suficiente información para poder elegir los tipos de recomendaciones que realizará la aplicación y a continuación se mencionan:

- **Recomendación de los N primeros:** El objetivo de este tipo de recomendación es desplegar los N elementos más vendidos en la aplicación y mejor calificados por los usuarios.
- **Recomendación basada en contenido:** El objetivo de este tipo de recomendación es recomendar elementos similares a los elementos que fueron del interés en el pasado. Para que esto pueda ser posible, se define una lista de atributos que proporcionarán más información para comparar cada uno de los platillos:
 - Tipo de comida: Este atributo hace referencia a la clasificación del menú. (desayunos, postres, bebidas, snacks,...)
 - Sabor: Este atributo hace referencia al tipo de sabor de un platillo. (dulce, salado, ácido, amargo, picante)
 - Ocasión: Este atributo hace referencia al tipo de comida que se solicita en una ocasión específica como en la mañana, tarde y noche. (comida, desayuno, cena, día festivo, estación del año)
 - Salud: Este atributo hace referencia al tipo de comida según su información nutricional (calorías, grasas, carbohidratos, sodio)
 - Temperatura: Este atributo hace referencia al tipo de comida según la temperatura del platillo (frío, templado, caliente)
- **Recomendaciones colaborativas:** La idea básica de los métodos de filtrado colaborativo es que las calificaciones que un usuario no ha dado explícitamente a los elementos se pueden inferir porque las calificaciones observadas a menudo están altamente correlacionadas entre varios usuarios y elementos.
 - **Basado en usuarios similares:** El objetivo de esta recomendación es desplegar productos que sean consumidos por otros usuarios y que tengan características en común.
 - **Basado en elementos similares:** El objetivo de esta recomendación es calcular la similitud entre cada par de elementos según la cantidad de usuarios que los hayan calificado a ambos. Luego, usamos las calificaciones especificadas por el usuario en ese elemento para predecir si le gustarán los elementos objetivo.

4.3 MODIFY

Para desarrollar el proceso de recomendación se han planteado los siguientes módulos funcionales, los cuales serán utilizado para integrarse posteriormente con las demás funcionalidades de la

aplicación completa. En la figura 4.3.0 se muestra el diagrama de bloques del proceso de recomendación

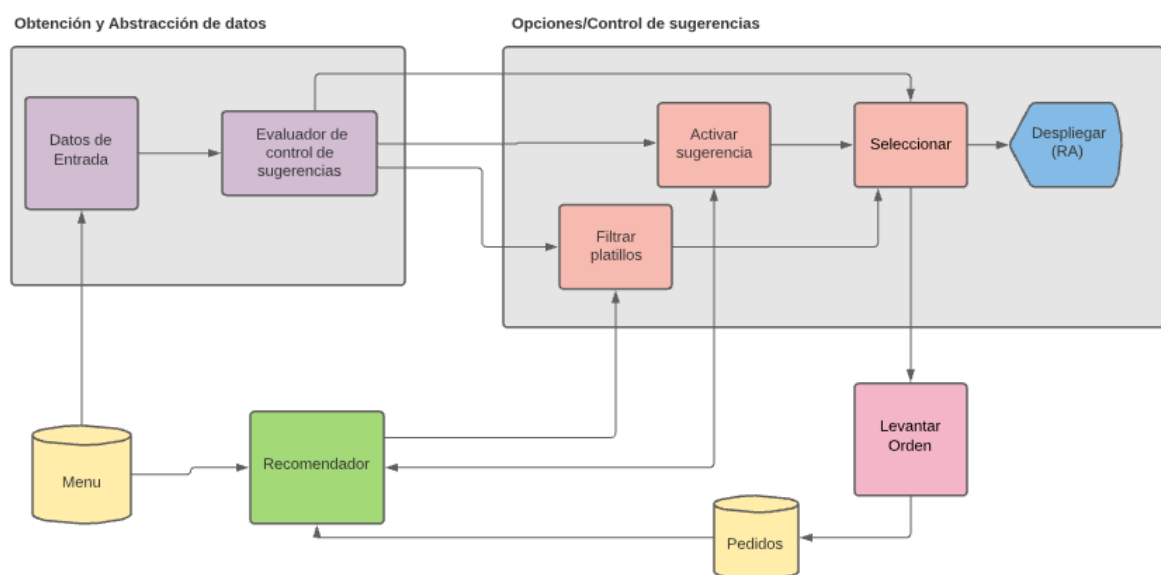


Figura 4.3.0 Diagrama de bloques del proceso de recomendación
Fuente: Elaboración propia

Sección Obtención y Abstracción de datos: Esta sección es la encargada de la obtención de datos a través de la interfaz de la aplicación, para que posteriormente sean mapeados y almacenados con la finalidad de permitir la funcionalidad del sistema de recomendación. Esta sección contiene los siguientes módulos:

- Datos de entrada: en este módulo se obtienen los datos de navegación del usuario, los pedidos y las valoraciones a los productos.
- Evaluador de control de sugerencias: este módulo es el encargado de determinar si existe o no navegación del usuario para delimitar los tipos de recomendaciones.

Sección de Opciones/Control de sugerencias: Esta sección se encarga de controlar las peticiones dadas por el usuario y su interacción con la aplicación.

- Activar sugerencia: Es el módulo encargado de determinar el despliegue de sugerencias dependiendo de la navegación del usuario y los parámetros dados por el recomendador.
- Seleccionar: Este módulo es el encargado de determinar si el usuario ingresa a la visualización de la carta para que sea seleccionado un platillo en específico.
- Filtrar platillos: Este módulo es el encargado de realizar consultas de acuerdo con datos ingresados por el usuario en la interfaz gráfica.
- Desplegar (RA): Este módulo es el encargado de desplegar el producto en Realidad Aumentada.

Módulo de levantar Orden: Este módulo es el encargado de recopilar las órdenes generadas para que posteriormente sean almacenadas y utilizadas en el módulo de recomendación.

Módulo Recomendador: En este módulo se define el tipo de recomendación que se le puede desplegar a un usuario, de acuerdo con los datos que se tengan de él al momento de interactuar con

la aplicación. Este módulo posee distintos flujos que se ven reflejados En la figura 4.3.1 diagrama de bloques de selección de recomendación.

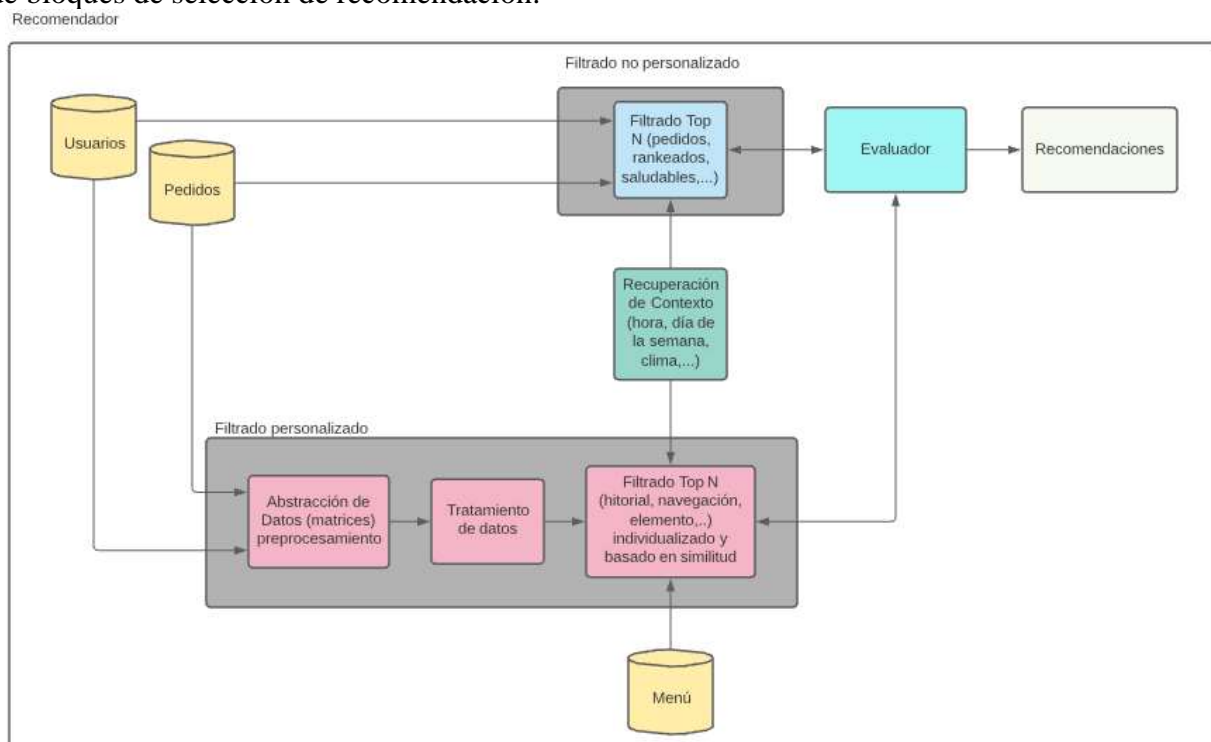


Figura 4.3.1: Diagrama de bloques de selección de recomendación
Fuente: Elaboración propia

Sección de filtrado no personalizado: Esta sección tiene como objetivo realizar recomendaciones no personalizadas, es decir, todos los usuarios reciben las mismas recomendaciones. Estas serán obtenidas por medio de características de otros usuarios interactuando con la aplicación. Dentro de esta sección encontramos los siguientes módulos:

- **Filtrado Top N:** Este módulo es el encargado de determinar los productos más vendidos por la aplicación y mejor calificados por otros usuarios

Sección de filtrado personalizado: Esta sección tiene como objetivo realizar recomendaciones personalizadas, es decir, diferentes usuarios reciben diferentes recomendaciones. Estas serán obtenidas por medio de la interacción que cada usuario tenga con la aplicación.

- **Abstracción de Datos:** Este módulo es el encargado de abstraer datos de la base de datos general y de la base de datos donde se encuentra almacenado contenido referente a los pedidos de un usuario específico, para que posteriormente se generen la matriz de contenido del artículo y la matriz de calificación de usuarios.
- **Tratamiento de datos:** Este módulo es el encargado de realizar la normalización de los datos obtenidos por medio de la extracción de datos
- **Filtrado top N:** Este módulo es el encargado de la implementación de algoritmos de recomendación.

Recuperación de contexto: Este módulo es el encargado de recuperar la hora de ingreso a la aplicación para poder desplegar recomendaciones de los productos más vendidos en un rango de hora específico, entre otros datos.

Evaluador: Este módulo tiene como objetivo calcular la calidad del conjunto de datos y del algoritmo.

Recomendaciones: Este módulo es la salida del módulo completo de recomendación, con las recomendaciones que se desplegarán al usuario.

4.4 MODEL

De acuerdo con los datos que hemos obtenido en el apartado anterior, se realiza un análisis de datos para determinar los algoritmos de recomendación a implementar.

4.4.1 Rankeados

Para este tipo de recomendación tomamos en cuenta las calificaciones que los usuarios han otorgado a cada uno de los platillos que han consumido. La aplicación muestra 5 estrellas para que el usuario pueda calificar el platillo, para ello nos enfrentamos con un problema. El principal problema abordado aquí es qué hacer con los artículos que tienen un pequeño número de calificaciones, ya que un platillo con una sola calificación perfecta (5 estrellas) probablemente no debería sentarse encima de una lista de platillos mejor calificados. Para atacar este problema implementamos el Algoritmo de Evan Miller. Este algoritmo lo que hace es normalizar los platillos según su calificación y la cantidad de veces que lo han calificado. Este algoritmo muestra un enfoque bayesiano para clasificar las calificaciones de 5 estrellas, en la fórmula 4.4.0 se muestra la ecuación utilizada:

$$S(n_1, \dots, n_k) = \sum_{k=1}^K s_k \frac{n_k + 1}{N + K} - z_{\alpha/2} \sqrt{\left(\left(\sum_{k=1}^K s_k^2 \frac{n_k + 1}{N + K} \right) - \left(\sum_{k=1}^K s_k \frac{n_k + 1}{N + K} \right)^2 \right) / (N + K + 1)}$$

Formula 4.4.0 Formula del algoritmo Evan Miller

Donde:

- n_k es el número de k calificaciones de estrellas,
- s_k es el “valor” (en puntos) de las k estrellas,
- N es el número total de votos
- K es el número máximo de estrellas (por ejemplo, $K=5$, en un sistema de calificación de 5 estrellas)
- $z_{\alpha/2}$ es el $1 - \alpha/2$ cuantil de una distribución normal. Es decir, si desea un 95% de confianza (basado en la distribución posterior bayesiana) de que el criterio de clasificación real es al menos tan grande como el criterio de clasificación calculado, elija $z_{\alpha}=1.65$.

4.4.2 Basado en todas las ordenes realizadas

En este tipo de recomendación se pretende desplegar productos que posiblemente pudiesen pedir de acuerdo con un platillo específico, es decir, si levantas un platillo A es muy probable que pidas un platillo B, de acuerdo a los pedidos levantados por otros usuarios que han realizado dichos

pedidos similares. Para que esta técnica sea posible, se utiliza una de las herramientas más comunes pero eficientes de la minería de datos, se trata de las reglas de asociación. Esta es una técnica para identificar las relaciones subyacentes entre diferentes elementos, donde se identifican patrones de compra que en nuestro caso serán platillos ordenados. Para esto se implementó el algoritmo FP-Growth, que se basa en el algoritmo Apriori pero con la integración de un árbol de búsqueda binaria para mejorar el desempeño y los tiempos de ejecución.

Para su desarrollo se contemplan los siguientes conceptos:

- Soporte: Fracción de transacciones que contienen un conjunto de artículos (Ecuación 1).

$$\text{soporte}(I) = \frac{\text{Número de transacciones que contienen } I}{\text{Total de transacciones}}$$

Ecuación 1: Soporte

- Confianza: Mide la frecuencia con la que aparecen los elementos en Y en las transacciones que contienen X (Ecuación 2).

$$\text{confianza}(X \rightarrow Y) = \frac{\text{Número de transacciones que contienen } X \text{ y } Y}{\text{Número de transacciones que contienen } X}$$

Ecuación 2: Confianza

- Conjunto de artículos frecuentes: Conjunto de artículos cuyo *soporte* es mayor o igual a un umbral *minSup*.

Finalmente, la idea principal del algoritmo es que todos los subconjuntos no vacíos de un conjunto de artículos frecuentes también deben ser frecuentes.

4.4.3 Basado en probabilidad de compra

Se utilizo un enfoque basado en la asociación de productos que, aunque no es personalizado, se utiliza el conocimiento del producto que un usuario está mirando y basado en este conocimiento, proporciona recomendaciones de platillos. Para esto se revisan todas las transacciones históricas y se observa lo que otras personas han comprado con más frecuencia junto con el producto dado en la misma transacción de venta.

Para calcular la probabilidad de que se compre el producto X junto con el producto Y evitando el sesgo de popularidad de cualquiera de los productos, se utiliza el *Teorema de Bayes* (Fórmula 4.4.2). Este nos describe la probabilidad de un evento, basado en el conocimiento previo de las condiciones que podrían estar relacionadas con este.

$$P(i|j) = \frac{P(i \wedge j)}{P(j))} = \frac{|U_i \cap U_j|/|U|}{|U_j|/|U|}$$

Formula 4.4.2 Teorema de Bayes

Donde:

- i es el platillo de posible compra
- j es el platillo ya comprado o ordenado

4.4.4 Basado en contenido

Este tipo de recomendación depende de las entradas proporcionadas por el usuario, o en este caso su historial de órdenes y los platillos calificados y visualizados, además de las características de cada platillo como pueden ser sus ingredientes y sus atributos previamente definidos.

Se basa en el concepto de TF-IDF para medir la relevancia de cada una de las características de los platillos que han tenido alguna interacción con el usuario. Se puede describir de la siguiente manera:

- TF: Es la Frecuencia de Términos y se relaciona con que tan común es una característica.
- IDF: Es la Frecuencia de Documentos Inversa y nos dice que tan relevante o particular es una característica para un platillo.

Finalmente se multiplican ambos coeficientes y se obtiene una ponderación para cada una de las características de los platillos, donde se degradarán elementos muy comunes como puede ser un ingrediente muy utilizado y se promoverá otros que son más inusuales que pueda contener un platillo.

Con esta información se procede a hacer un perfil de usuario representado en un vector que contiene las preferencias de este. El vector se define por los valores TF-IDF de las características de sus platillos relacionados, a su vez se hace un perfil para cada uno de los platillos que pueden interesarle.

Finalmente se calcula la alineación del vector de perfil de usuario con el vector de cada platillo mediante el concepto de similitud de coseno que se muestra en la figura 4.4.3.

$$\cos(\mathbf{p}_u, \mathbf{q}_i) = \frac{\mathbf{p}_u \cdot \mathbf{q}_i}{\|\mathbf{p}_u\|_2 \|\mathbf{q}_i\|_2} = \frac{\sum_t q_{ut} p_{it}}{\sqrt{\sum_t q_{ut}^2} \sqrt{\sum_t p_{it}^2}}$$

Formula 4.4.3 Formula de similitud de coseno

Las recomendaciones estarán dadas por aquellos platillos que tengan un vector con mayor alineación al vector de perfil de usuario.

4.4.5 Filtrado colaborativo

Este sistema de recomendación utiliza el perfil del usuario dado y proporciona recomendaciones completamente basadas en las preferencias y el gusto de este. Para obtener las predicciones de los platillos se parte de la intuición del promedio de las calificaciones de cada platillo añadiendo el

comportamiento de otros usuarios y proporcionando más peso a las calificaciones de otros usuarios que son como el usuario objetivo.

Para obtener la similitud de dos usuarios se utiliza la correlación de *Karl Pearson* (Fórmula 4.4.4) utilizando las calificaciones que estos han dado en el pasado y para reducir el sesgo de escasos de datos se pondera la similitud con el total de calificaciones comunes.

$$sim(u, v) = \frac{\sum (r_{ui} - \bar{r}_u)(r_{vi} - \bar{r}_v)}{\sqrt{\sum (r_{ui} - \bar{r}_u)^2} \sqrt{\sum (r_{vi} - \bar{r}_v)^2}}$$

Fórmula 4.4.4 Correlación de Karl Pearson

Para predecir las calificaciones de los platillos para el usuario objetivo se utiliza la formula del promedio antes mencionada pero ahora incorporando la similitud y además una corrección de las calificaciones dada por la media de las calificaciones del usuario y luego restada esta media de cada una de las calificaciones proporcionadas por el mismo, esto para reducir el sesgo de diferente optimismo que puedan tener los usuarios. De esta forma la ecuación sería como se muestra en la figura 4.4.5.

$$p_{u,i} = \mu_u + \frac{\sum_{v \in N(u,i)} \cos(u, v) (r_{v,i} - \mu_v)}{\sum_{v \in N(u,i)} |\cos(u, v)|}$$

Fórmula 4.4.5 Formula de predicción de calificaciones

5 Aplicación Móvil (Incremento #2)

El objetivo de este apartado es realizar el análisis y diseño correspondiente al incremento, el cual es el desarrollo de la aplicación móvil. En este se encuentra la integración del Incremento #1, incremento #3 y el incremento #4, que se encuentran en este documento; obtenido como resultado una interfaz visual para el usuario en la cual se pueda obtener recomendaciones de platillos, realizar un pedido, visualizar la carta y los platillos, etc;

5.1 Diagramas de casos de uso

La primera actividad es el desarrollo de los diagramas de casos de uso. Esto nos permite identificar límites de acuerdo con las funcionalidades de la aplicación. A continuación, se muestran los diagramas y sus respectivos casos de uso.

LogIn

Es el módulo de inicio de sesión de los usuarios. En él se puede ingresar a la aplicación por medio de una autenticación con tu cuenta de Google.

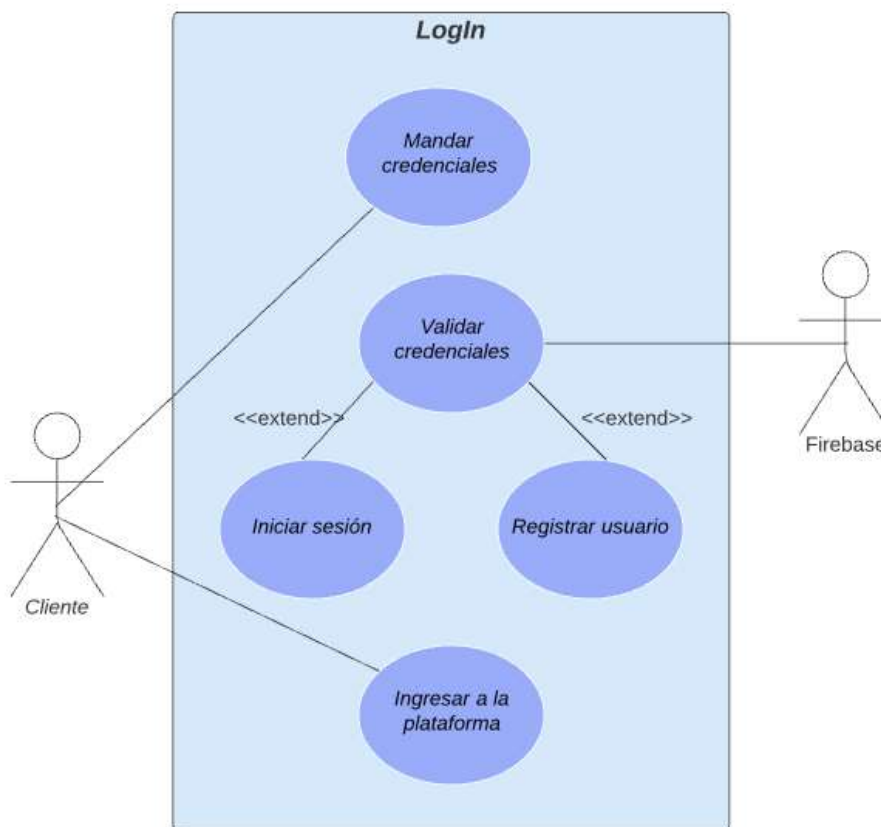


Figura 5.1.0 Diagrama de casos de uso – Login
Fuente: Elaboración propia

5.1.1 CU01 Mandar Credenciales

Caso de uso: Mandar credenciales

ID:	CU01
Actor:	Cliente
Propósito:	El cliente ingresa sus datos de inicio de sesión mediante su cuenta de google o por su usuario y contraseña para validar su identidad.
Datos de entrada:	Permiso de autenticación por su correo de google o datos de usuario y contraseña.
Datos de salida:	Ninguno.
Pre-condición:	Ninguna.
Post-condición:	Si se validan correctamente la identidad ingresa a la plataforma y de lo contrario se mantiene en el inicio de sesión.
Referencia:	Ninguna
Autor:	Perez Cruz Pamela Lizeth
Fecha:	27/mayo/2021

Cuadro 1: Caso de uso – Enviar Recomendaciones

5.1.2 CU02 Mandar Credenciales

Caso de uso: Validar credenciales

<i>ID:</i>	CU02
<i>Actor:</i>	Firestore
<i>Propósito:</i>	Comprobar que se vincule directamente la cuenta de google del usuario o que los datos proporcionados sean correctos.
<i>Datos de entrada:</i>	Permiso de autenticación por su correo de google o datos de usuario y contraseña.
<i>Datos de salida:</i>	Resultado booleano de la comprobación.
<i>Pre-condición:</i>	Ninguna
<i>Post-condición:</i>	Redirigir al proceso correspondiente para cada resultado de salida.
<i>Referencia:</i>	Ninguna
<i>Autor:</i>	Rojas Zepeda Luis Eduardo
<i>Fecha:</i>	27/mayo/2021

Cuadro 2: Caso de uso – Mandar credenciales

5.1.3 CU03 Iniciar sesión

Caso de uso: Iniciar sesión

<i>ID:</i>	CU03
<i>Actor:</i>	Firestore
<i>Propósito:</i>	Redireccionar al usuario a la interfaz de inicio y registrar su acceso.
<i>Datos de entrada:</i>	Resultado de la verificación de credenciales o datos de usuario y contraseña.
<i>Datos de salida:</i>	Ninguno.
<i>Pre-condición:</i>	Haber ingresado el cliente sus datos de inicio de sesión mediante su cuenta de google o por su usuario y contraseña para validar su identidad.
<i>Post-condición:</i>	Ninguna.
<i>Referencia:</i>	CU02
<i>Autor:</i>	Celaya Ordaz Marco Antonio
<i>Fecha:</i>	27/mayo/2021

Cuadro 3: Caso de uso – Iniciar sesión

5.1.4 CU04 IRegistrar usuario

Caso de uso: Registrar usuario

<i>ID:</i>	CU04
------------	------

<i>Actor:</i>	Firestore
<i>Propósito:</i>	Registrar a un nuevo usuario en el sistema con la información proporcionada.
<i>Datos de entrada:</i>	Resultado de la verificación de credenciales o datos de usuario y contraseña.
<i>Datos de salida:</i>	Ninguno.
<i>Pre-condición:</i>	Haber ingresado el cliente sus datos de inicio de sesión mediante su cuenta de google o por su usuario y contraseña para validar su identidad.
<i>Post-condición:</i>	Ninguna
<i>Referencia:</i>	CU02
<i>Autor:</i>	Perez Cruz Pamela Lizeth
<i>Fecha:</i>	27/mayo/2021

Cuadro 4: Caso de uso – Registrar usuario

5.1.5 CU05 Ingresar a la plataforma

Caso de uso: Ingresar a la plataforma

<i>ID:</i>	CU05
<i>Actor:</i>	Cliente
<i>Propósito:</i>	El cliente pueda ingresar a la aplicación para poder realizar todas las funcionalidades de la aplicación
<i>Datos de entrada:</i>	Ingreso de credenciales Nombre Contraseña
<i>Datos de salida:</i>	Verificación de credenciales / Registro de usuario
<i>Pre-condición:</i>	Tener una cuenta de Google Dar permisos para validar credenciales
<i>Post-condición:</i>	Ingreso a pantalla principal de la aplicación
<i>Referencia:</i>	Ninguna
<i>Autor:</i>	Rojas Zepeda Luis Eduardo
<i>Fecha:</i>	27/mayo/2021

Cuadro 5: Caso de uso – Ingresar a la plataforma

Navegación del Usuario

En este modulo se muestra la navegación que será posible dentro de la aplicación. Es decir, el usuario puede realizar diferentes acciones al interactuar con la app.

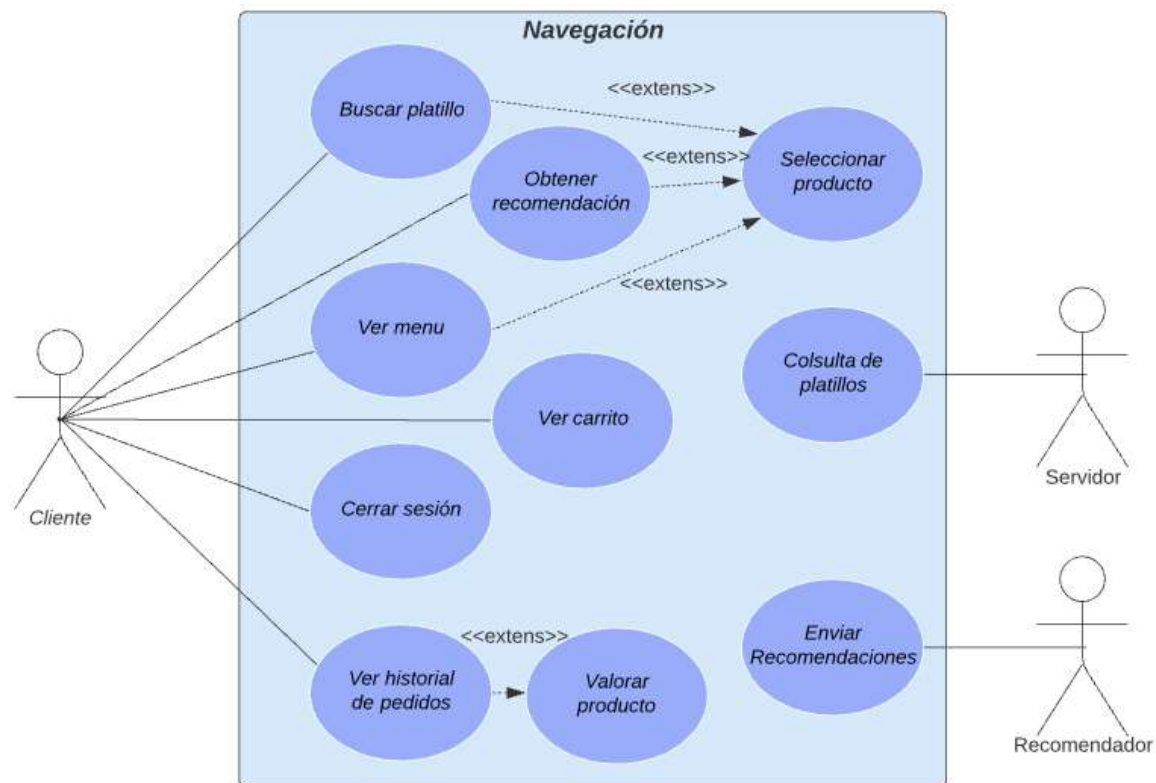


Figura 5.1.1 Diagrama de casos de uso – Navegación
Fuente: Elaboración propia

5.1.6 CU06 Buscar platillo

Caso de uso: Buscar platillo

ID:	CU06
Actor:	Cliente
Propósito:	El cliente pueda encontrar un platillo específico por medio del buscador
Datos de entrada:	Palabras clave relacionadas con platillos
Datos de salida:	Lista de platillos relacionados con la palabra clave
Pre-condición:	El usuario tiene que estar registrado en la aplicación Debe estar en el buscador Debe escribir una palabra Clave en el buscador
Post-condición:	Se mostrará la lista de resultados encontrados
Referencia:	Ninguna
Autor:	Celaya Ordaz Marco Antonio
Fecha:	27/mayo/2021

Cuadro 6: Caso de uso – Buscar Platillo

5.1.7 CU07 Obtener recomendación

Caso de uso: Obtener recomendación	
ID:	CU07
Actor:	Cliente
Propósito:	El cliente pueda visualizar recomendaciones según su interacción con el sistema y según características del restaurante
Datos de entrada:	Interacción con la aplicación Hora de ingreso Historial de búsqueda Pedidos
Datos de salida:	Recomendaciones personalizadas y no personalizadas
Pre-condición:	Para tener una recomendación personalizada: Haber ingresado más de una vez a la aplicación Interactuar con la aplicación Para tener una recomendación Platillos más vendidos
Post-condición:	Ninguna
Referencia:	Ninguna
Autor:	Perez Cruz Pamela Lizeth
Fecha:	27/mayo/2021

Cuadro 7: Caso de uso – Obtener recomendación

5.1.8 CU08 Ver menú

Caso de uso: Ver menú	
ID:	CU08
Actor:	Cliente
Propósito:	Visualizar todos los platillos ofertados en el restaurante para que el cliente pueda consultarlos y realizar un pedido
Datos de entrada:	Ninguno
Datos de salida:	Despliegue del menú
Pre-condición:	Haber iniciado sesión en la aplicación Estar en el apartado de menú
Post-condición:	Ninguna
Referencia:	Ninguna

Autor: Celaya Ordaz Marco Antonio

Fecha: 27/mayo/2021

Cuadro 8: Caso de uso – Ver menú

5.1.9 CU09 Ver carrito

Caso de uso: Ver carrito

<i>ID:</i>	CU09
<i>Actor:</i>	Cliente
<i>Propósito:</i>	Llevar un control de los platillos seleccionados por el cliente
<i>Datos de entrada:</i>	Platillos añadidos a carrito
<i>Datos de salida:</i>	Se visualizan todos los platillos que el cliente ha seleccionado con la finalidad de levantar un pedido.
<i>Pre-condición:</i>	Iniciar sesión en la aplicación Seleccionar un platillo Oprimir el botón “Añadir a carrito”
<i>Post-condición:</i>	Ninguna
<i>Referencia:</i>	Ninguna
<i>Autor:</i>	Celaya Ordaz Marco Antonio
<i>Fecha:</i>	27/mayo/2021

Cuadro 9: Caso de uso – Ver carrito

5.1.10 CU10 Ver historial de pedidos

Caso de uso: Ver historial de pedidos

<i>ID:</i>	CU10
<i>Actor:</i>	Cliente
<i>Propósito:</i>	Visualización del historial de pedidos del cliente para futuras recomendaciones
<i>Datos de entrada:</i>	Ninguna
<i>Datos de salida:</i>	Despliegue del historial de búsqueda de platillos
<i>Pre-condición:</i>	Iniciar sesión en la aplicación Haber realizado búsquedas de platillos
<i>Post-condición:</i>	Ninguno
<i>Referencia:</i>	Ninguna
<i>Autor:</i>	Perez Cruz Pamela Lizeth
<i>Fecha:</i>	27/mayo/2021

Cuadro 10: Caso de uso – Ver historial de pedidos

5.1.11 CU11 Cerrar sesión

Caso de uso: Cerrar sesión

ID:	CU11
Actor:	Cliente
Propósito:	Cerrar la sesión del usuario.
Datos de entrada:	Ninguno.
Datos de salida:	Ninguno.
Pre-condición:	Haber ingresado en el sistema.
Post-condición:	Sesión cerrada en el sistema.
Referencia:	Ninguna
Autor:	Rojas Zepeda Luis Eduardo
Fecha:	27/mayo/2021

Cuadro 11: Caso de uso – Cerrar sesión

5.1.12 CU12 Servidor

ID: CU12

Actor:	Servidor
Propósito:	Que el cliente pueda ver el platillo seleccionado, así como especificaciones de este
Datos de entrada:	Ninguno
Datos de salida:	Ver platillo en pantalla
Pre-condición:	Iniciar sesión en aplicación Seleccionar un platillo del menú
Post-condición:	Almacenamiento de interacción.
Referencia:	Ninguna
Autor:	Celaya Ordaz Marco Antonio
Fecha:	27/mayo/2021

Cuadro 11: Caso de uso – Cerrar sesión

5.1.13 CU13 Enviar recomendaciones

Caso de uso: Enviar recomendaciones

ID:	CU13
Actor:	Recomendador
Propósito:	Desplegar recomendaciones personalizadas y no personalizadas al usuario para facilitar el proceso de selección de un platillo
Datos de entrada:	Navegación del usuario e interacción con la aplicación

<i>Datos de salida:</i>	Recomendaciones
<i>Pre-condición:</i>	Iniciar sesión en aplicación Que el cliente realice actividades en la aplicación
<i>Post-condición:</i>	Ninguna
<i>Referencia:</i>	Ninguna
<i>Autor:</i>	Perez Cruz Pamela Lizeth
<i>Fecha:</i>	27/mayo/2021

Cuadro 13: Caso de uso – Enviar recomendaciones

5.1.14 CU14 Seleccionar producto

Caso de uso: Seleccionar producto

<i>ID:</i>	CU14
<i>Actor:</i>	Cliente
<i>Propósito:</i>	Desplegar la información de un producto seleccionado en alguna sección de la aplicación.
<i>Datos de entrada:</i>	Producto seleccionado.
<i>Datos de salida:</i>	Información correspondiente a el producto seleccionado.
<i>Pre-condición:</i>	Iniciar sesión en aplicación
<i>Post-condición:</i>	Ninguna.
<i>Referencia:</i>	CU06, CU07, CU08
<i>Autor:</i>	Celaya Ordaz Marco Antonio
<i>Fecha:</i>	27/mayo/2021

Cuadro 14: Caso de uso – Seleccionar producto

5.1.15 CU15 Valorar producto

Caso de uso: Valorar producto

<i>ID:</i>	CU15
<i>Actor:</i>	Cliente
<i>Propósito:</i>	Asignar una calificación a un producto determinado para retroalimentar al sistema de recomendación.
<i>Datos de entrada:</i>	Calificación al producto. Producto seleccionado.
<i>Datos de salida:</i>	Mensaje de validación.
<i>Pre-condición:</i>	Ninguna.
<i>Post-condición:</i>	Ninguna.
<i>Referencia:</i>	CU10
<i>Autor:</i>	Rojas Zepeda Luis Eduardo
<i>Fecha:</i>	27/mayo/2021

Cuadro 15: Caso de uso – Valorar producto

Visualización de productos

En este modulo el usuario podrá ver el producto en sus diferentes atributos, como lo son sus etiquetas nutricionales, las unidades de pedido, visualizar el producto en Realidad Aumentada, añadirlo al carrito y calificar el producto.

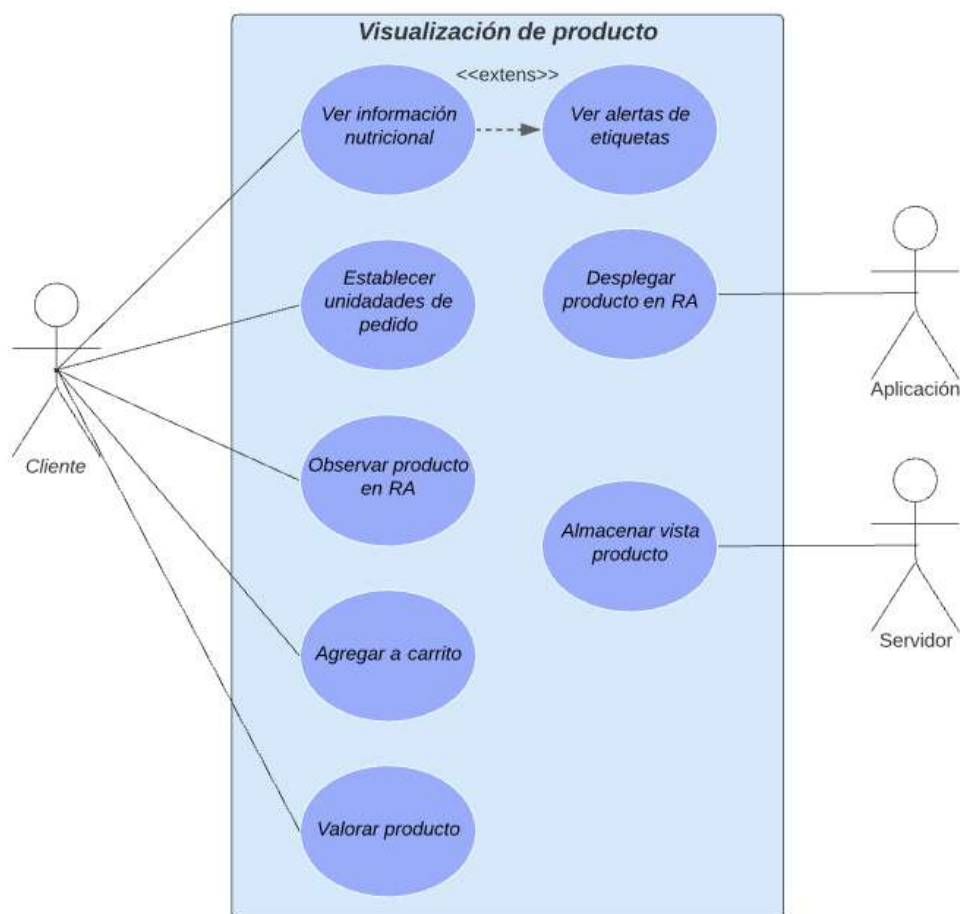


Figura 5.1.2 Diagrama de casos de uso – Visualización del producto
Fuente: Elaboración propia

5.1.16 CU16 Ver información nutricional

Caso de uso: Ver información nutricional

ID:	CU16
Actor:	Cliente
Propósito:	Dar a conocer al cliente el porcentaje de calorías, grasas, azúcares y sodio posee su platillo para llevar un control de su alimentación.
Datos de entrada:	Ninguno
Datos de salida:	Etiquetas con la información nutricional de ese platillo
Pre-condición:	Iniciar sesión en aplicación Seleccionar un platillo del menú

<i>Post-condición:</i>	Ninguna.
<i>Referencia:</i>	Ninguna
<i>Autor:</i>	Perez Cruz Pamela Lizeth
<i>Fecha:</i>	27/mayo/2021

Cuadro 16: Caso de uso – Ver información nutricional

5.1.17 CU17 Establecer unidades de pedido

Caso de uso: Establecer unidades de pedido

<i>ID:</i>	CU17
<i>Actor:</i>	Cliente
<i>Propósito:</i>	Asignar una cantidad de unidades a un producto seleccionado para ser consideradas si se agrega a una orden.
<i>Datos de entrada:</i>	Número de unidades.
<i>Datos de salida:</i>	Ninguno.
<i>Pre-condición:</i>	Iniciar sesión en la aplicación. Seleccionar un producto.
<i>Post-condición:</i>	Ninguna.
<i>Referencia:</i>	Ninguna
<i>Autor:</i>	Rojas Zepeda Luis Eduardo
<i>Fecha:</i>	27/mayo/2021

Cuadro 17: Caso de uso – Establecer unidades de pedido

5.1.18 CU18 Observar producto en RA

Caso de uso: Observar producto en RA

<i>ID:</i>	CU18
<i>Actor:</i>	Cliente
<i>Propósito:</i>	Dar una experiencia nueva al usuario para que pueda visualizar el platillo seleccionado por medio de Realidad aumentada.
<i>Datos de entrada:</i>	Ninguna
<i>Datos de salida:</i>	Proyección del platillo en Realidad Aumentada
<i>Pre-condición:</i>	Iniciar sesión en aplicación Seleccionar un platillo del menú Dar click en el botón con iconografía de cámara
<i>Post-condición:</i>	Almacenamiento de interacción.
<i>Referencia:</i>	Ninguna
<i>Autor:</i>	Celaya Ordaz Marco Antonio
<i>Fecha:</i>	27/mayo/2021

5.1.19 CU19 Agregar a carrito**Caso de uso: Agregar a carrito**

ID:	CU19
Actor:	Cliente
Propósito:	Se agrega un producto a la orden
Datos de entrada:	Producto seleccionado Unidades seleccionadas
Datos de salida:	Mensaje de validación
Pre-condición:	Iniciar sesión en aplicación Seleccionar un platillo del menú
Post-condición:	Ninguna
Referencia:	Ninguna
Autor:	Rojas Zepeda Luis Eduardo
Fecha:	27/mayo/2021

Cuadro 19: Caso de uso – Agregar a carrito

5.1.20 CU20 Desplegar producto en RA**Caso de uso: Desplegar producto en RA**

ID:	CU20
Actor:	Aplicación
Propósito:	La aplicación móvil desplegará un platillo seleccionado por medio de Realidad aumentada
Datos de entrada:	Ninguno
Datos de salida:	Proyección del platillo en Realidad Aumentada
Pre-condición:	Que un usuario haya iniciado sesión en aplicación Que un usuario haya seleccionado un platillo del menú Que un usuario haya dado click en el botón con iconografía de cámara
Post-condición:	Almacenamiento de interacción.
Referencia:	Ninguna
Autor:	Perez Cruz Pamela Lizeth
Fecha:	27/mayo/2021

Cuadro 20: Caso de uso – Agregar a carrito

5.1.21 CU21 Almacenar vista producto

Caso de uso: Almacenar vista producto

ID:	CU21
Actor:	Servidor
Propósito:	Se almacena la interacción del usuario en la aplicación para retroalimentar el sistema de recomendación.
Datos de entrada:	Ninguna
Datos de salida:	Ninguna
Pre-condición:	Iniciar sesión en aplicación Seleccionar un platillo del menú
Post-condición:	Ninguna
Referencia:	Ninguna
Autor:	Celaya Ordaz Marco Antonio
Fecha:	27/mayo/2021

Cuadro 21: Caso de uso – Agregar a carrito

5.1.22 CU22 Ver alerta de etiquetas

Caso de uso: Ver alerta de etiquetas

ID:	CU22
Actor:	Cliente
Propósito:	Mostrar en un producto seleccionado mensajes de alerta en el caso de que exceda la cantidad de algún componente nutricional.
Datos de entrada:	Producto seleccionado.
Datos de salida:	Mensaje de alerta.
Pre-condición:	Iniciar sesión en aplicación Seleccionar un platillo del menú
Post-condición:	Ninguna
Referencia:	CU16
Autor:	Perez Cruz Pamela Lizeth
Fecha:	27/mayo/2021

Cuadro 22: Caso de uso – Ver alerta de etiquetas

Carrito

Este es el modulo de añadir un producto al carrito y levantar la orden, el usuario puede cancelar el pedido, afirmar el pedido y levantar la orden.

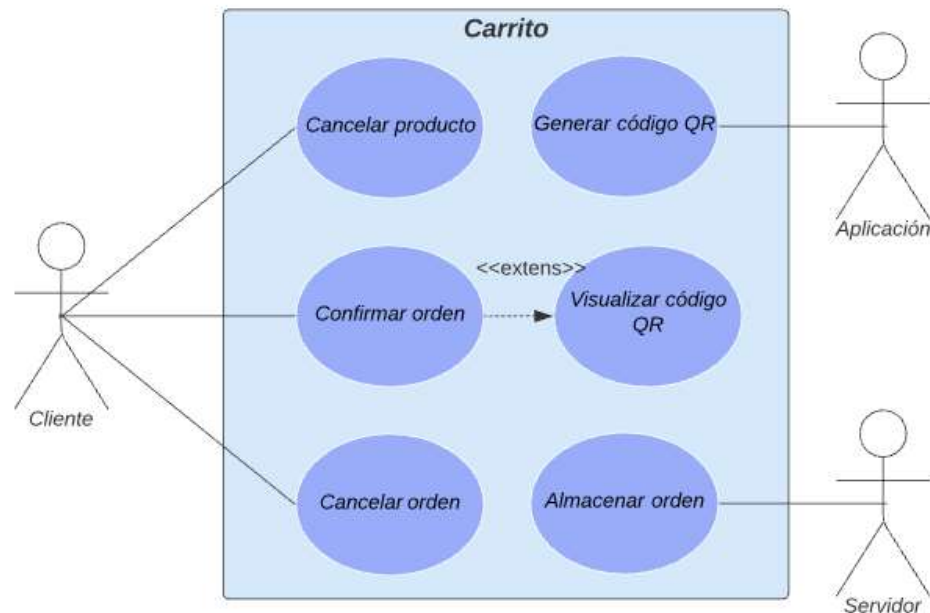


Figura 5.1.3 Diagrama de casos de uso – Carrito
Fuente: Elaboración propia

5.1.23 CU23 Cancelar producto

Caso de uso: Cancelar producto	
ID:	CU23
Actor:	Cliente
Propósito:	Retirar de una orden algún producto que esté presente.
Datos de entrada:	Orden seleccionada.
Datos de salida:	Ninguno
Pre-condición:	Iniciar sesión en aplicación Seleccionar la orden actual.
Post-condición:	El producto cancelado no aparecerá en la orden.
Referencia:	Ninguna
Autor:	Rojas Zepeda Luis Eduardo
Fecha:	27/mayo/2021

Cuadro 23: Caso de uso – Ver alerta de etiquetas

5.1.24 CU24 Confirmar orden

Caso de uso: Confirmar orden

ID:	CU24
Actor:	Cliente
Propósito:	Que el cliente pueda levantar un pedido con los platillos previamente agregados al carrito para la generación de código QR
Datos de entrada:	Platillos seleccionados del carrito
Datos de salida:	Código QR para que sea escaneado y le lleven el pedido hasta su mesa
Pre-condición:	Iniciar sesión en aplicación Haber agregado al menos un platillo al carrito
Post-condición:	Almacenamiento de pedido.
Referencia:	Ninguna
Autor:	Rojas Zepeda Luis Eduardo
Fecha:	27/mayo/2021

Cuadro 24: Caso de uso – Ver alerta de etiquetas

5.1.25 CU25 Generar código QR

Caso de uso: Generar código QR

ID:	CU25
Actor:	Aplicación
Propósito:	Integrar todos los platillos seleccionados en un solo pedido y generar un QR para que sea escaneado
Datos de entrada:	Lista de platillos añadidos al carrito
Datos de salida:	Código QR Pedidos
Pre-condición:	Iniciar sesión en aplicación Haber agregado uno o más platillos al carrito Dar click en “Levantar pedido”
Post-condición:	Almacenamiento de código QR.
Referencia:	Ninguna
Autor:	Celaya Ordaz Marco Antonio
Fecha:	27/mayo/2021

Cuadro 25: Caso de uso – Generar código QR

5.1.26 CU26 Visualizar código QR

Caso de uso: Visualizar código QR

ID:	CU26
Actor:	Cliente
Propósito:	Mostrar el código QR generado para una orden

<i>Datos de entrada:</i>	Ninguno.
<i>Datos de salida:</i>	Código QR.
<i>Pre-condición:</i>	Iniciar sesión en aplicación Seleccionar una orden. Confirmar la orden seleccionada.
<i>Post-condición:</i>	Ninguna
<i>Referencia:</i>	CU24
<i>Autor:</i>	Celaya Ordaz Marco Antonio
<i>Fecha:</i>	27/mayo/2021

Cuadro 26: Caso de uso – Generar código QR

5.1.27 CU27 Almacenar Orden

Caso de uso: Almacenar orden

<i>ID:</i>	CU27
<i>Actor:</i>	Servidor
<i>Propósito:</i>	Guardar la orden en la base de datos para retroalimentar el sistema de recomendación.
<i>Datos de entrada:</i>	Ninguno
<i>Datos de salida:</i>	Confirmación de la orden por un usuario en la aplicación.
<i>Pre-condición:</i>	Ninguna
<i>Post-condición:</i>	Ninguna
<i>Referencia:</i>	Ninguna
<i>Autor:</i>	Perez Cruz Pamela Lizeth
<i>Fecha:</i>	27/mayo/2021

Cuadro 27: Caso de uso – Almacenar Orden

5.1.28 CU28 Almacenar Orden

Caso de uso: Cancelar orden

<i>ID:</i>	CU28
<i>Actor:</i>	Firebase
<i>Propósito:</i>	Cancelar una orden seleccionada.
<i>Datos de entrada:</i>	Orden seleccionada
<i>Datos de salida:</i>	Ninguno
<i>Pre-condición:</i>	Iniciar sesión en aplicación Seleccionar una orden.
<i>Post-condición:</i>	La orden cancelada ya no se mostrará en las órdenes confirmadas.
<i>Referencia:</i>	Ninguna
<i>Autor:</i>	Rojas Zepeda Luis Eduardo
<i>Fecha:</i>	27/mayo/2021

Cuadro 28: Caso de uso – Almacenar Orden

Recomendador

Este modulo es el encargado de generar las recomendaciones que le serán visibles al usuario al momento de abrir la app.

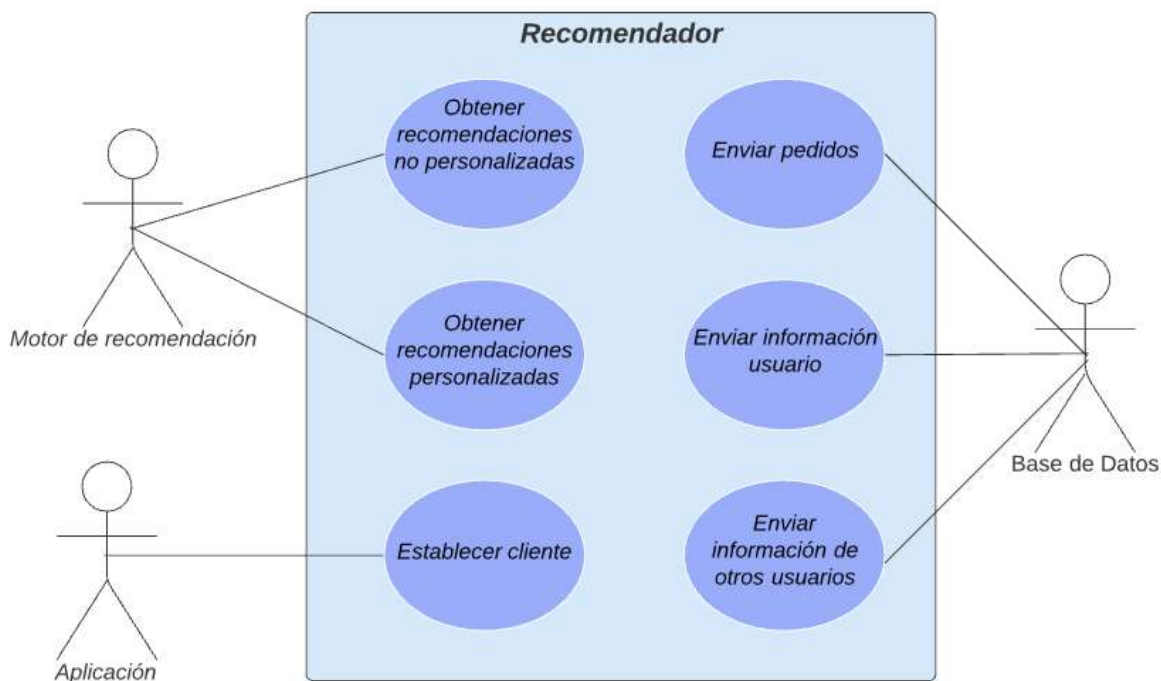


Figura 5.1.4 Diagrama de casos de uso – Recomendador
Fuente: Elaboración propia

5.1.29 CU29 Obetener recomendaciones no personalizadas

Caso de uso: Obtener recomendaciones no personalizadas

ID:	CU29
Actor:	Recomendador
Propósito:	Mostrarle al usuario las recomendaciones no personalizadas generadas por el recomendador.
Datos de entrada:	Ninguno
Datos de salida:	Lista de recomendaciones no personalizadas.
Pre-condición:	Iniciar sesión en la aplicación
Post-condición:	Ninguna
Referencia:	Ninguna
Autor:	Perez Cruz Pamela Lizeth

Fecha: 27/mayo/2021

Cuadro 29: Caso de uso – Obtener recomendaciones no personalizadas

5.1.30 CU30 Obetener recomendaciones personalizadas

Caso de uso: Obtener recomendaciones personalizadas

ID:	CU30
Actor:	Recomendador
Propósito:	Mostrarle al usuario las recomendaciones personalizadas generadas por el recomendador.
Datos de entrada:	Ninguno
Datos de salida:	Lista de recomendaciones personalizadas.
Pre-condición:	Iniciar sesión en aplicación
Post-condición:	Ninguna
Referencia:	Ninguna
Autor:	Celaya Ordaz Marco Antonio
Fecha:	27/mayo/2021

Cuadro 30: Caso de uso – Obtener recomendaciones personalizadas

5.1.31 CU31 Establecer cliente

Caso de uso: Establecer cliente

ID:	CU31
Actor:	Aplicación
Propósito:	Se establece el cliente al que se le harán las recomendaciones personales.
Datos de entrada:	Datos del cliente
Datos de salida:	Ninguno
Pre-condición:	Que un cliente haya iniciado sesión en aplicación
Post-condición:	Ninguna
Referencia:	Ninguna
Autor:	Rojas Zepeda Luis Eduardo
Fecha:	27/mayo/2021

Cuadro 31: Caso de uso – Establecer cliente

5.1.32 CU32 Enviar información del usuario

Caso de uso: Enviar información de usuario

ID:	CU32
Actor:	Base de datos
Propósito:	Consultar la información del usuario para utilizarla en los algoritmos de recomendación.

<i>Datos de entrada:</i>	Historial de navegación del usuario. Calificaciones de productos dadas por el usuario
<i>Datos de salida:</i>	Ninguno
<i>Pre-condición:</i>	Establecer el usuario
<i>Post-condición:</i>	Ninguna
<i>Referencia:</i>	Ninguna
<i>Autor:</i>	Perez Cruz Pamela Lizeth
<i>Fecha:</i>	27/mayo/2021

Cuadro 32: Caso de uso – Enviar información de usuario

5.1.33 CU33 Enviar información de otros usuarios

Caso de uso: Enviar información de otros usuarios

<i>ID:</i>	CU33
<i>Actor:</i>	Base de datos
<i>Propósito:</i>	Consultar la información de otros usuarios para utilizarla en los algoritmos de recomendación.
<i>Datos de entrada:</i>	Historial de navegación de otros usuarios. Calificaciones de productos dadas por otros usuarios
<i>Datos de salida:</i>	Ninguno
<i>Pre-condición:</i>	Ninguno
<i>Post-condición:</i>	Ninguno
<i>Referencia:</i>	Ninguna
<i>Autor:</i>	Celaya Ordaz Marco Antonio
<i>Fecha:</i>	27/mayo/2021

Cuadro 33: Caso de uso – Enviar información de otros usuarios

5.1.34 CU34 Enviar pedidos

Caso de uso: Enviar pedidos

<i>ID:</i>	CU34
<i>Actor:</i>	Base de datos
<i>Propósito:</i>	Consultar todas las órdenes registradas para utilizarla en los algoritmos de recomendación
<i>Datos de entrada:</i>	Ninguno
<i>Datos de salida:</i>	Historial de órdenes.
<i>Pre-condición:</i>	Ninguna
<i>Post-condición:</i>	Ninguna
<i>Referencia:</i>	Ninguna

Autor: Celaya Ordaz Marco Antonio

Fecha: 27/mayo/2021

Cuadro 33: Caso de uso – Enviar información de otros usuarios

5.2 Definición de interfaz de usuario

En esta sección se muestran los prototipos de las interfaces graficas que proporcionaran al menos una parte de la funcionalidad de la aplicación.

A continuación, se presentan las vistas más sobresalientes de la aplicación

LOGIN

En la figura 5.2.1 se puede observar que se permite al usuario ingresar al sistema por medio de la herramienta OUTH2 y Firebase para que sea posible entrar usando su cuenta de GOOGLE



Figura 5.2.1: Prototipo – login
Fuente: Elaboración propia

Home

Sección en la que se mostraran las recomendaciones al cliente según sus preferencias, así mismo se desplegaran los productos que personas con gustos similares han comprado y productos más comprados, como se muestra en la Figura 5.2.2.



Figura 5.2.2: Prototipo – Home
Fuente: Elaboración propia

Producto

En la Figura 5.2.3 se muestra una descripción del producto, así como su precio y la cantidad de productos que desea agregar a su carrito. También se encuentra un enlace para obtener la información nutricional y un botón para abrir la vista del producto en Realidad Aumentada.



Figura 5.2.3: Prototipo – Producto
Fuente: Elaboración Propia

Información Nutricional

En la Figura 5.2.4 se muestra el despliegue de la información nutricional sobre el producto entre ella los niveles de sodio, grasa, azúcares y calorías.



Figura 5.2.4: Prototipo – Producto
Fuente: Elaboración Propia

Carrito de Compras

En la Figura 5.2.5 se muestra cómo se van a desplegar los productos que el usuario ha agregado al carrito, así como la cantidad de ellos, el subtotal por cada grupo de productos. Dando la opción de generar su código QR



Figura 5.2.5: Prototipo – Carrito de compras
Fuente: Elaboración Propia

Desglose de Pedidos

En la figura 5.2.6 se despliegan los pedidos que ha realizado el usuario, junto con la información de dicho pedido como su hora, número y productos, también se ofrecerá la posibilidad de volver a generar su código QR



Figura 5.2.6: Prototipo – Desglose de pedidos
Fuente: Elaboración Propia

5.3 Diagramas de secuencia

Los diagramas de secuencia nos muestran la interacción de un conjunto de objetos en la aplicación a través del tiempo y se modela cada uno de ellos con base a cada caso de uso.

Diagrama de Modulo de Búsqueda

En este diagrama (Figura 5.3.2) se observa el movimiento dentro de la aplicación cuando el usuario realiza la búsqueda de un platillo.

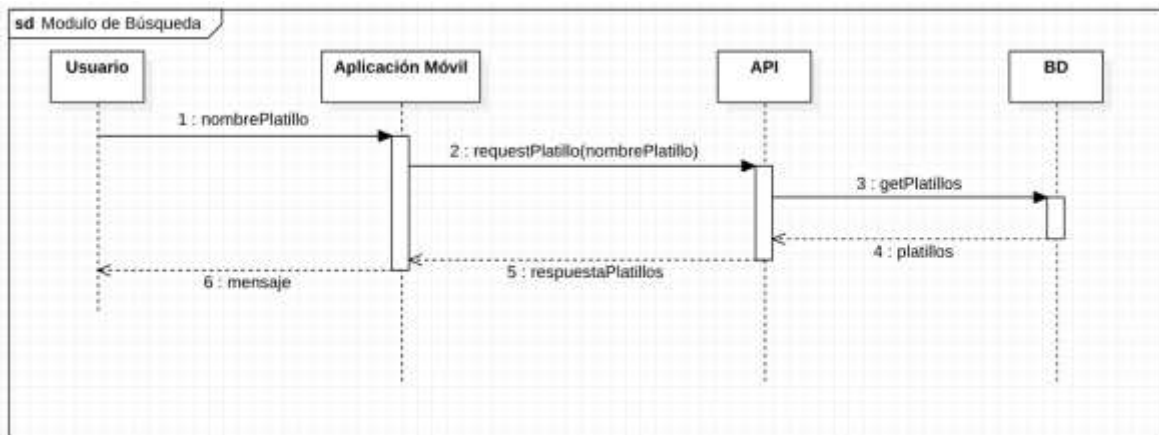


Figura 5.3.1: Modulo de Búsqueda
Fuente: Elaboración Propia

Diagrama Despliegue de los Platillos

En este diagrama (Figura 5.3.2) se observa el movimiento de la aplicación cuando el usuario despliega un platillo para que lo pueda ver.

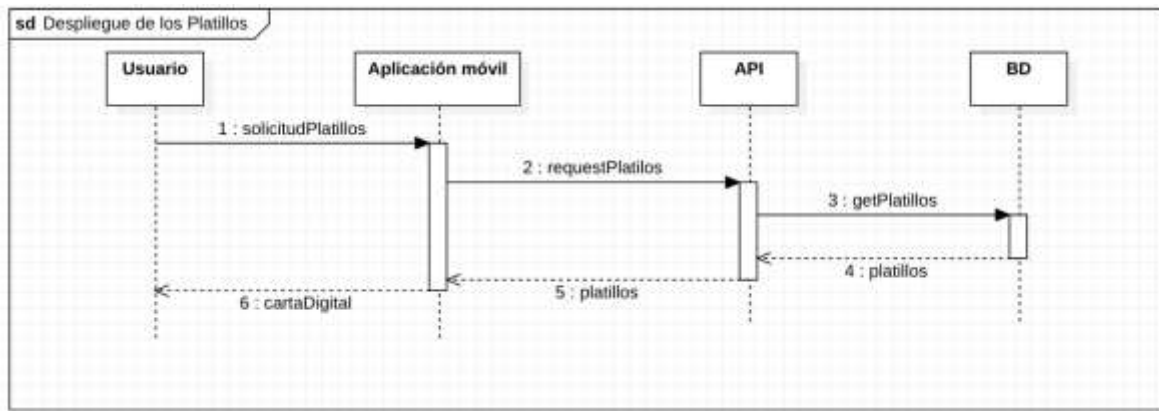


Figura 5.3.2: Despliegue de los platillos
Fuente: Elaboración Propia

Diagrama Pedido

En este diagrama (Figura 5.3.3) se observa el movimiento de la aplicación cuando el usuario realiza un pedido y se realiza la generación del código QR.

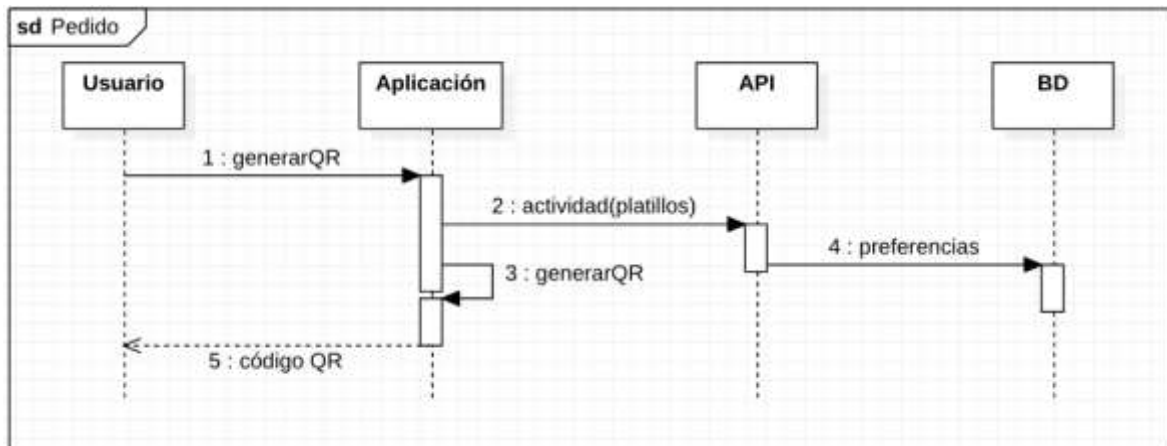


Figura 5.3.3: Pedido
Fuente: Elaboración Propia

Diagrama Agregar a Carrito

En este diagrama se observa el movimiento de la aplicación cuando el usuario agrega al carrito platillos para que posteriormente pueda realizar un pedido.

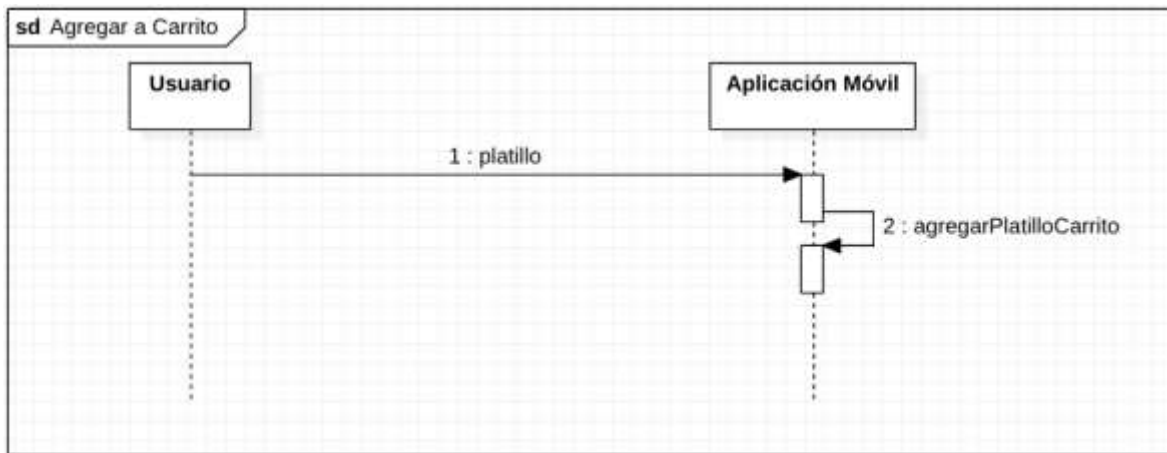


Figura 5.3.4: Agregar a Carrito
Fuente: Elaboración Propia

Diagrama Borrar Platillo de Carrito

En este diagrama (Figura 5.3.5) se observa el movimiento de la aplicación cuando el usuario borrar un platillo que se ha agregado al carrito

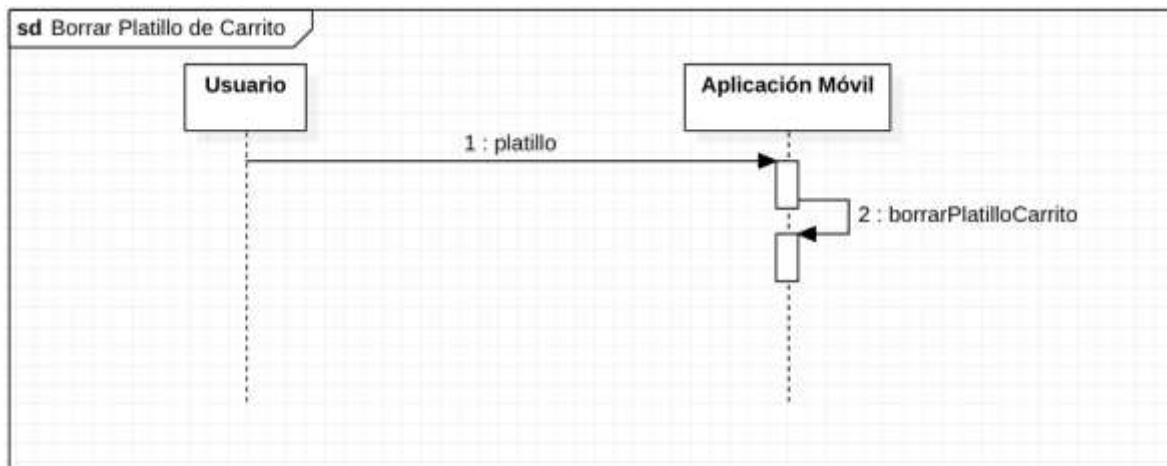


Figura 5.3.5: Borrar platillo de carrito
Fuente: Elaboración Propia

Diagrama Ver Carrito

En este diagrama se observa el movimiento de la aplicación cuando el usuario desea ver los platillos que ha agregado al carrito

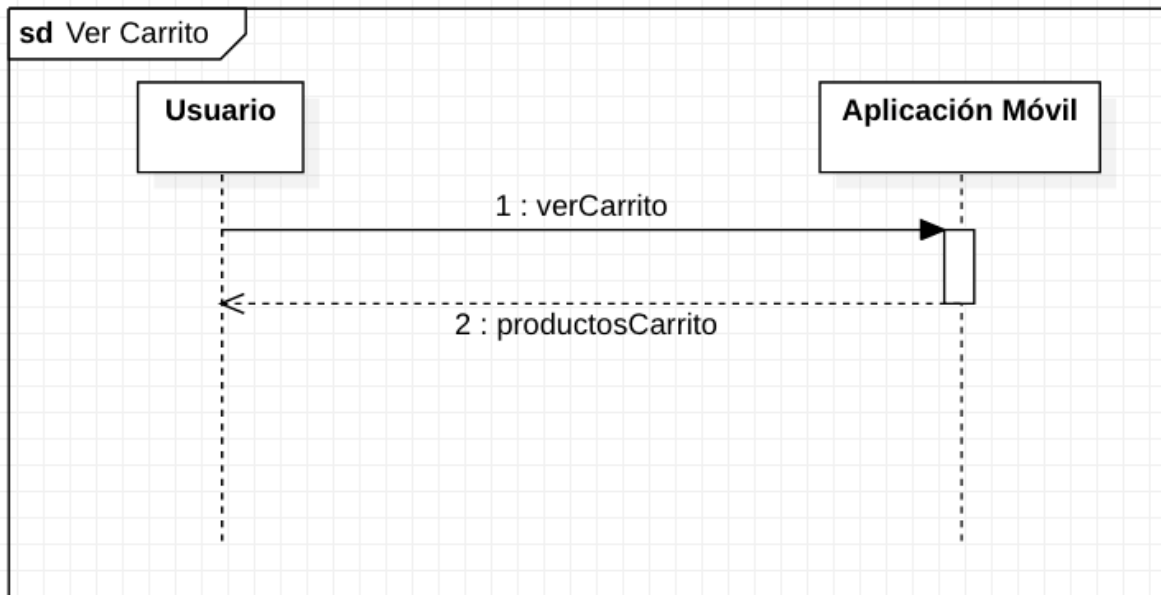


Figura 5.3.6: Ver Carrito
Fuente: Elaboración Propia

Diagrama Recomendaciones

En este diagrama (Figura 5.3.7) se observa el movimiento de la aplicación cuando el usuario ingresa a la Aplicación y esta le realiza un despliegue de los platillos que se le recomiendan.

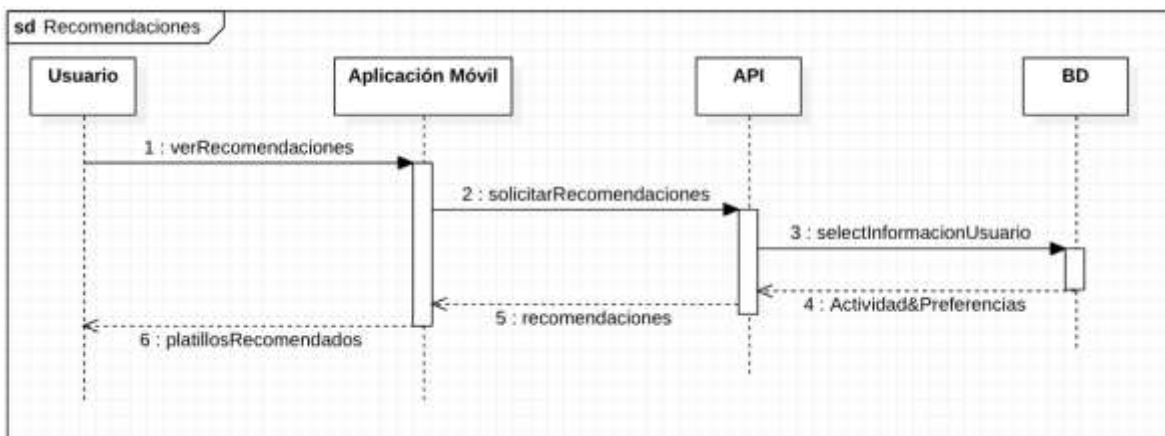


Figura 5.3.7: Recomendaciones
Fuente: Elaboración Propia

Diagrama SignIn

En este diagrama (Figura 5.3.8) se observa el movimiento de la aplicación cuando el usuario realiza un cierre de sesión en la aplicación

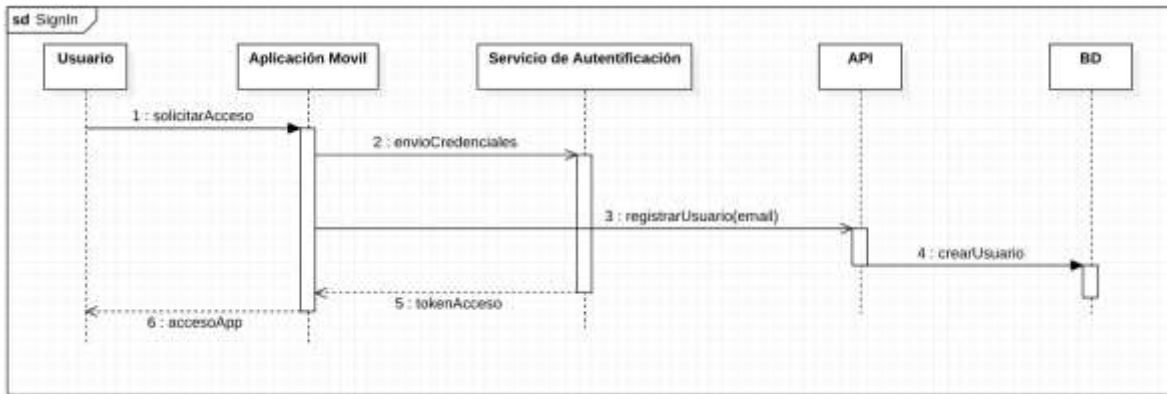


Figura 5.3.8: Signin
Fuente: Elaboración Propia

Diagrama Login

En este diagrama (Figura 5.3.9) se observa el movimiento de la aplicación cuando el usuario realiza un inicio de sesión en la aplicación

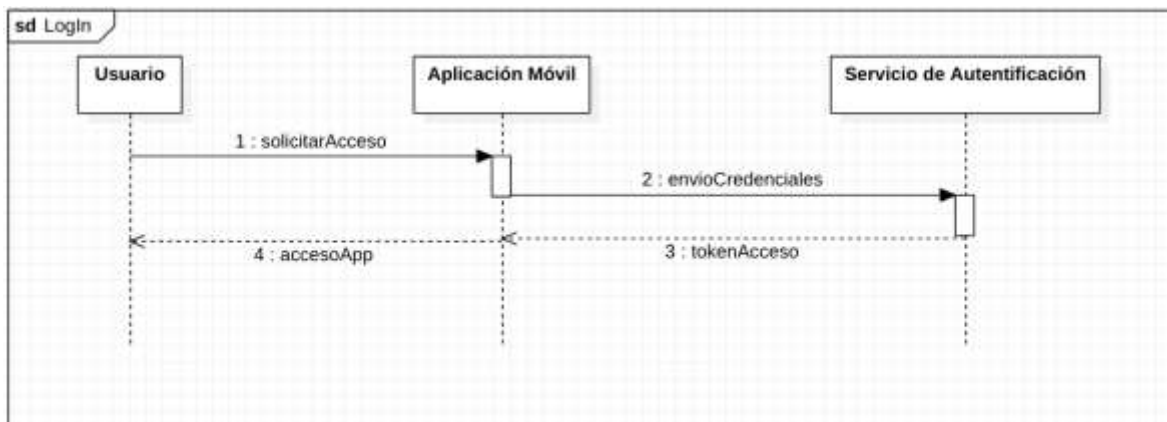


Figura 5.3.9: Login
Fuente: Elaboración Propia

Diagrama Historial

En este diagrama (Figura 5.3.10) se observa el movimiento de la aplicación cuando el usuario quiere visualizar el historial de platillos que ha buscado o comprado

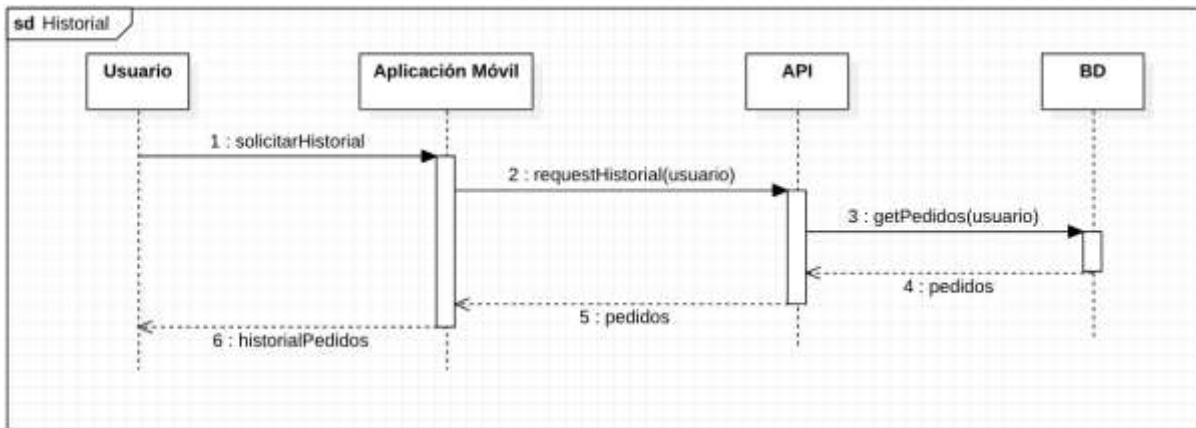


Figura 5.3.10: Historial
Fuente: Elaboración Propia

Diagrama Consultar Información Nutricional

En este diagrama (Figura 5.3.11) se observa el movimiento de la aplicación cuando el usuario desea ver la información nutricional del platillo que esta visualizando.

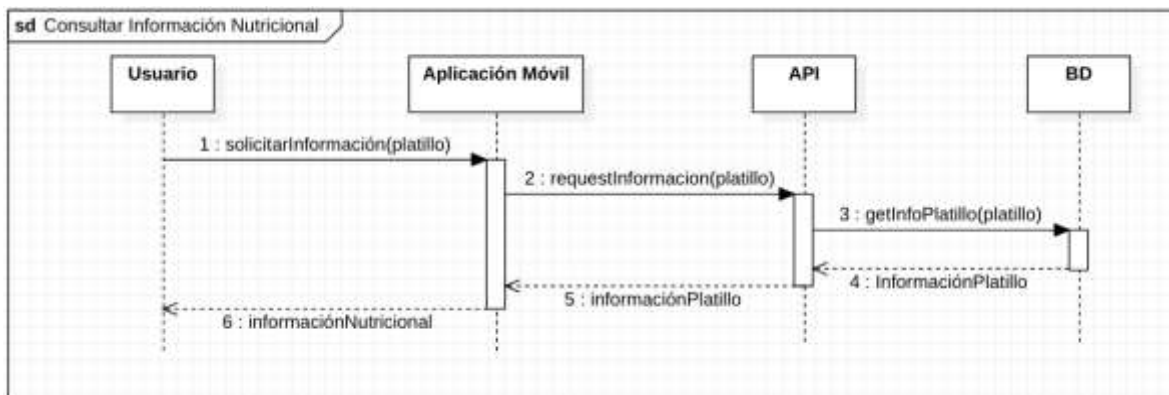


Figura 5.3.11: información Nutricional
Fuente: Elaboración Propia

Diagrama Visualizar en RA

En este diagrama (Figura 5.3.12) se observa el movimiento de la aplicación cuando el usuario desea visualizar el platillo seleccionado en Realidad Aumentada

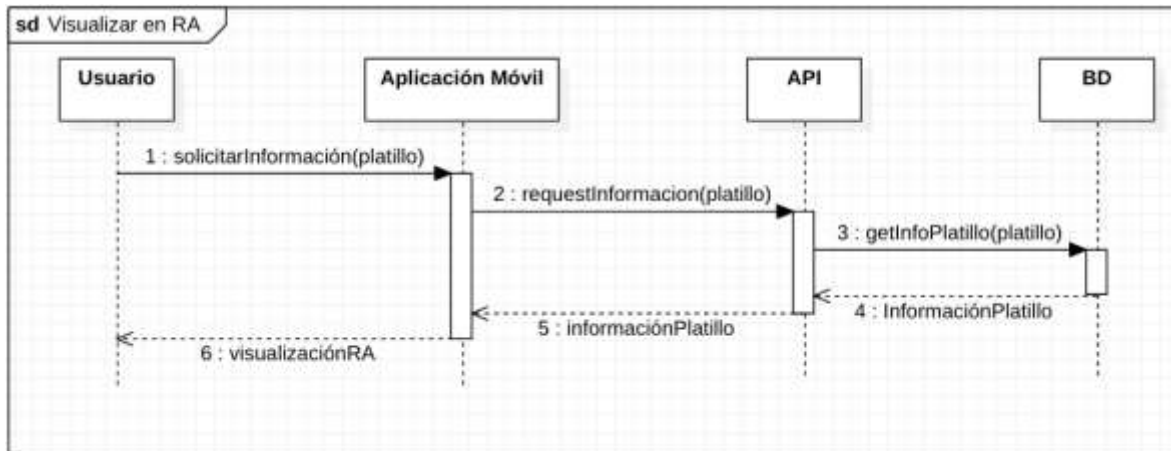


Figura 5.3.12: Visualizar en RA
Fuente: Elaboración Propia

Diagrama Descripción de Platillo

En este diagrama (Figura 5.3.13) se observa el movimiento de la aplicación cuando el usuario realiza un cierre de sesión en la aplicación

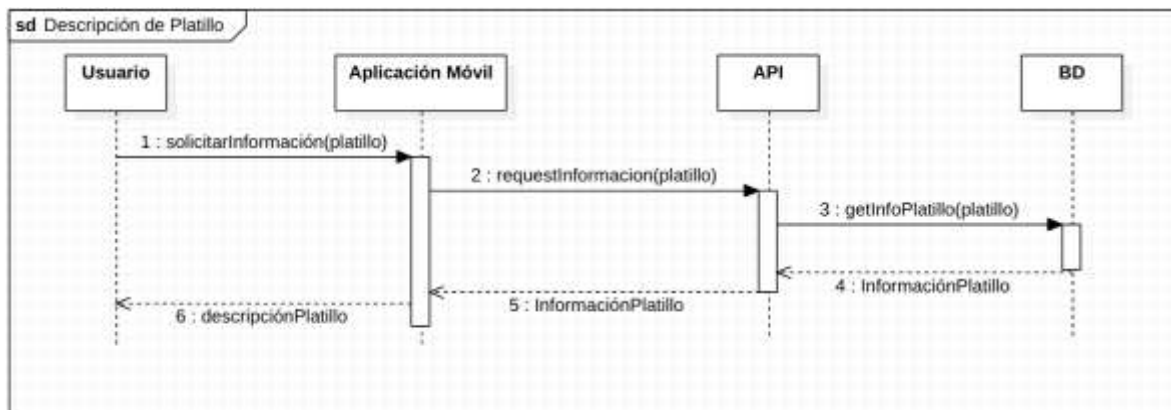


Figura 5.3.13: descripción de platillo
Fuente: Elaboración Propia

5.4 Diseño de datos físicos

El modelo de datos relacional refleja las relaciones (tablas) que corresponden en la base de datos con sus respectivas columnas, y en ellas se guarda la información necesaria para que la aplicación funcione a los objetivos establecidos, como se muestra en la Figura 5.4.1.

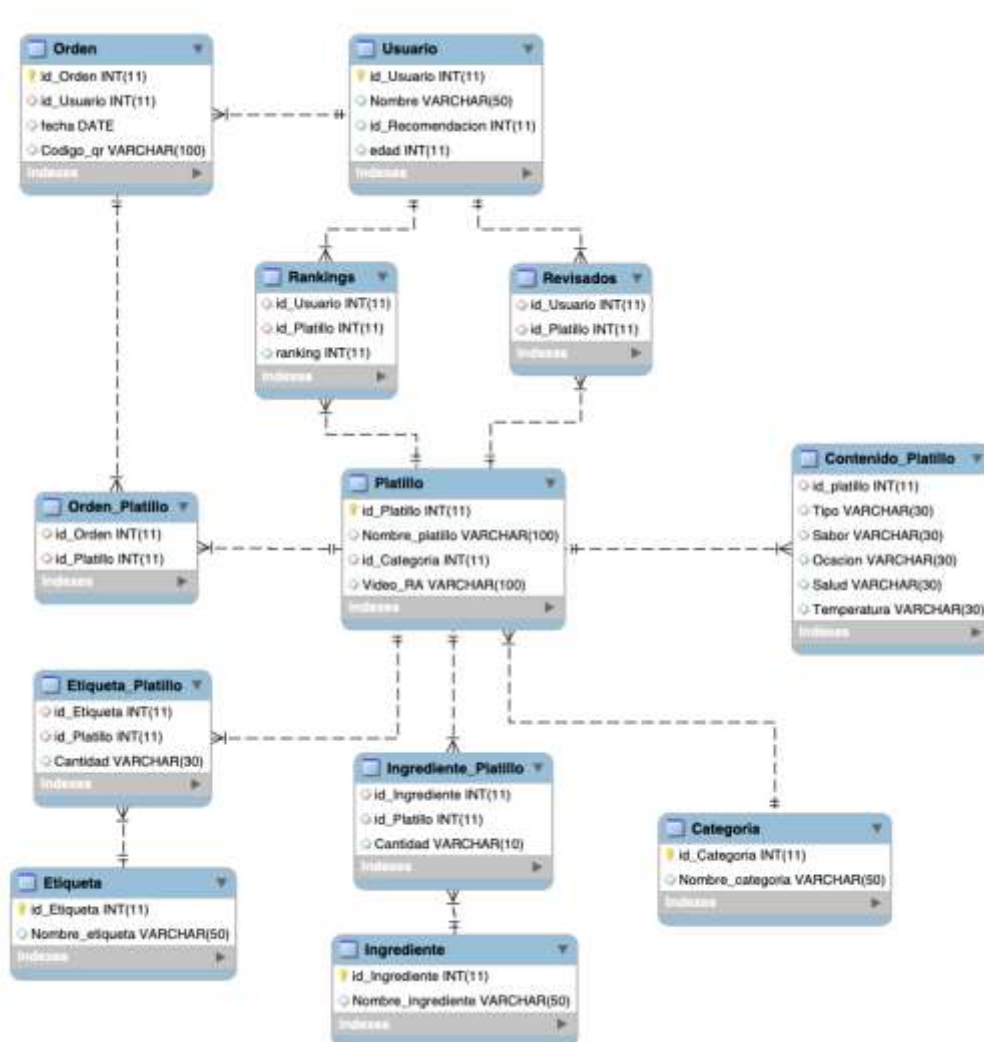


Figura 5.4.1: Base de datos de la aplicación
Fuente: Elaboración Propia

5.5 Desarrollo

En esta sección se describirá el desarrollo de la aplicación, así como todos los componentes involucrados para su correcto funcionamiento

5.5.1 Inicio de sesión con Autenticación

Como se muestra en la arquitectura del sistema (Capítulo 3, Figura 3.2.1), se implementa un módulo para realizar inicios de sesión autenticada con una cuenta de Google perteneciente al usuario. Para ello se utilizó OAuth, el cual es un framework de autorización, que permite a las aplicaciones obtener acceso (limitado) a las cuentas de usuario de determinados servicios. Consiste en delegar la autenticación de usuario al servicio que gestiona las cuentas, de modo que sea éste quien otorgue el acceso para las aplicaciones de terceros.

Pruebas

Se realizó el desarrollo de este módulo e implementación a la aplicación móvil, a continuación, en la figura 5.5.0 se muestran capturas de los resultados obtenidos.

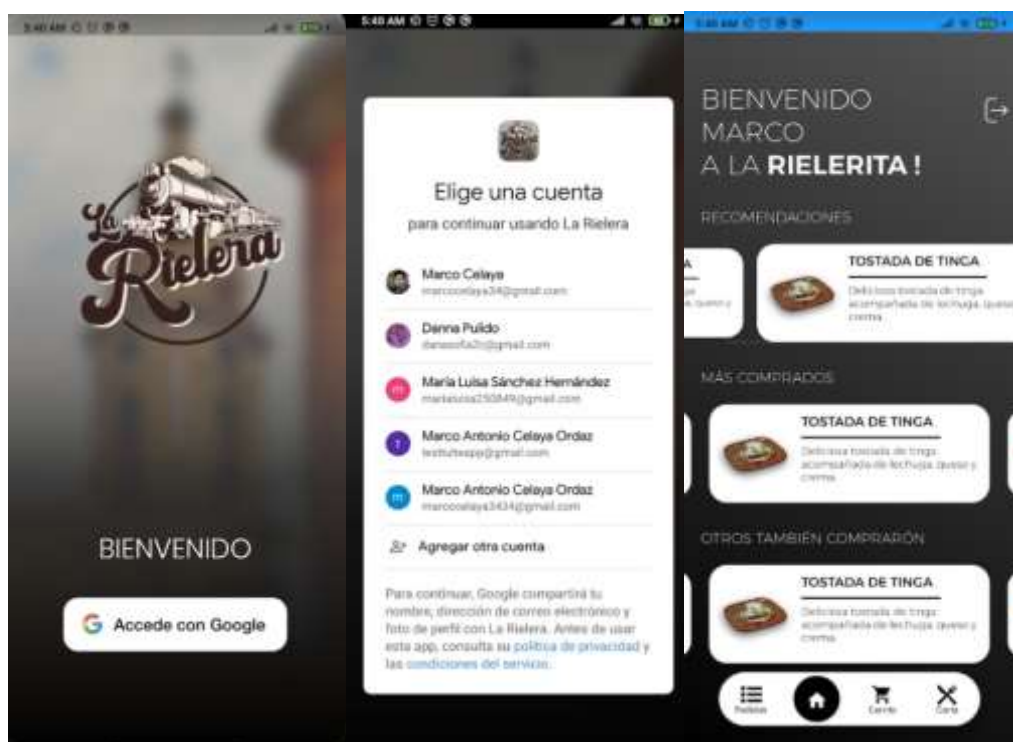


Figura 5.5.0 Capturas de pantalla de implementación OAout en la aplicación
Fuente: Elaboración Propia

5.5.2 Código QR

Para este módulo, se realiza el desarrollo de la generación de código QR mediante un pedido levantado en la aplicación, para ello es importante mencionar que al scanear el código QR se generara un archivo txt que contiene especificaciones del pedido. Para este módulo se utilizaron bibliotecas y herramientas que se vincularon a nuestro código principal de desarrollo.

Pruebas

A continuación, se muestran capturas de pantalla en las Figuras 5.5.1 y Figuras 5.5.2 de la implementación del QR a la aplicación, así como su funcionalidad y en la figura 5.5.3 la generación del txt con especificaciones del pedido levantado.

```
child: QrImage(  
  data: order,  
  version: QrVersions.auto,  
  size: 320,  
  gapless: false,  
), // QrImage
```

Figura 5.5.1 Captura de código de implementación
Fuente: Elaboración Propia

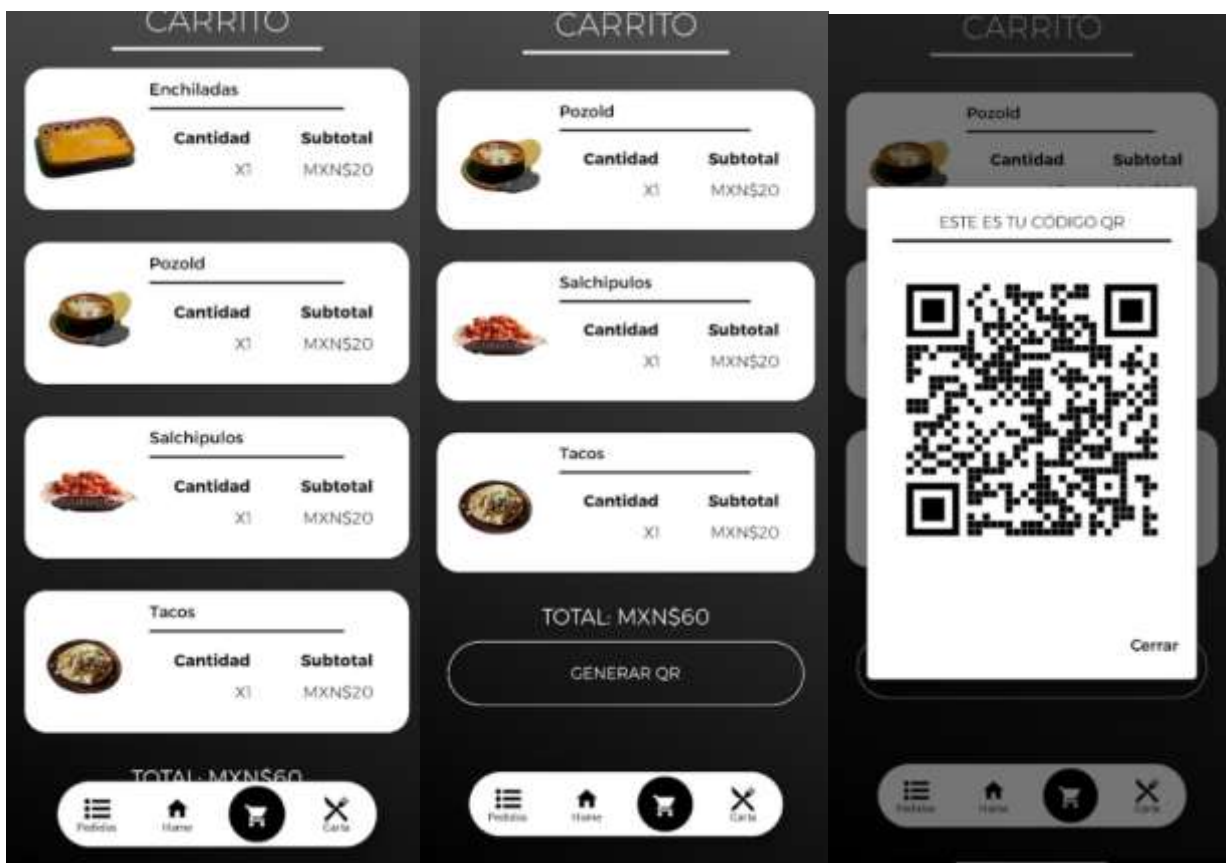


Figura 5.5.2 Capturas de pantalla de generación de QR por pedido
Fuente: Elaboración Propia



Figura 5.5.3 Captura de archivo txt con información del platillo levantado
Fuente: Elaboración Propia

5.5.3 Conexión entre la Base de datos y la Aplicación

En esta sección se realizaron los siguientes pasos para la creación de la conexión entre la Base de Datos y la Aplicación.

- Desde la API se generan un método para obtener un endpoint
- Cada endpoint generado se recibe desde una petición http
- Regresa un String que posteriormente será decodificado en un formato JSON
- Trabajamos con el JSON de acuerdo con el despliegue de la información obtenida

Pruebas

En la Figura 5.5.3 se muestra cómo se decodifica el String en un formato JSON.

```
itemsListVanJuntos(dynamic data, dynamic platillos) {  
    List<Widget> items = [];  
  
    if (data != null) {  
        List<dynamic> platillo = jsonDecode(platillos.body);  
        List<dynamic> vanJuntos = jsonDecode(data.body);  
        for (var juntos in vanJuntos) {  
            String producto1 = juntos  
                .split('->')[0]  
                .replaceAll('{', '')  
                .replaceAll('}', '')  
                .replaceAll('\\', '')  
                .trim();  
            String producto2 = juntos  
                .split('->')[1]  
                .replaceAll('{', '')  
                .replaceAll('}', '')  
                .replaceAll('\\', '')  
                .split(',') [0]  
                .trim();  
  
            List<dynamic> imagen1 = platillo  
                .where((element) => element['Nombre_platillo'] == producto1)  
                .toList();  
            List<dynamic> imagen2 = platillo  
                .where((element) => element['Nombre_platillo'] == producto2)  
                .toList();  
        }  
    }  
}
```

*Figura 5.5.3 Decodificación
Fuente: Elaboración Propia*

5.5.4 Despliegue del Menú General

En esta sección se realiza el despliegue de la carta general del restaurante para que se visualice en la aplicación. Para ello se siguieron los siguientes pasos:

- Se genera un método para obtener un endpoint desde la API
- Se consume directamente desde la aplicación
- Se decodifica y manipula para realizar el despliegue del menú

Pruebas

En la figura 5.5.4 se muestra el despliegue de la carta ofertada en el restaurante.



Figura 5.5.4 Despliegue del menú

Fuente: Elaboración Propia

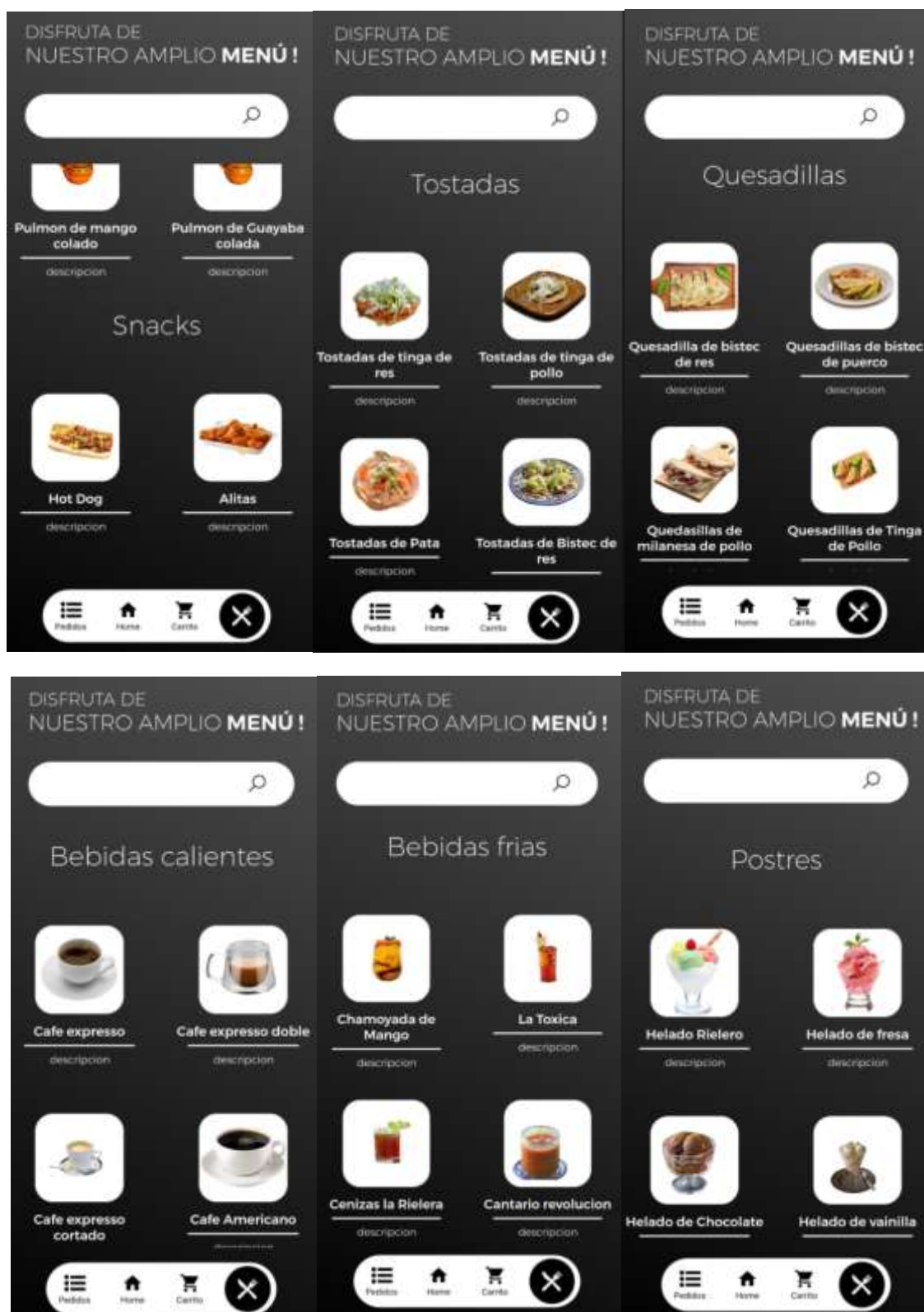


Figura 5.5.4 Despliegue del menú
Fuente: Elaboración Propia

5.5.5 Despliegue de la Información Nutricional

En esta sección se realiza el despliegue de la información nutricional para cada uno de los platillos. Para ello se muestran las etiquetas de “Carbohidratos, Sodio, Grasas, Calorías”.

- Se genera un método para obtener un endpoint desde la API
- Se consume directamente desde la aplicación
- Se decodifica y manipula para realizar el despliegue del menú

Pruebas

En la Figura 5.5.5 se muestra el despliegue de la información nutricional en cada uno de los platillos.



Figura 5.5.5 Despliegue de información nutricional

Fuente: Elaboración Propia.

6 Algoritmos de recomendación y generación de recomendaciones (Incremento #3)

En este incremento se realiza el desarrollo de los algoritmos de recomendación, así como las consultas que se definieron para la generación de las recomendaciones.

6.1 Consultas

Como ya se ha mencionado durante el desarrollo de este proyecto, se generan distintos tipos de recomendaciones. De acuerdo con la base de datos que tenemos al alcance nos es posible generar recomendaciones por medio de consultas SQL, las cuales nos facilitan el despliegue de las recomendaciones, así como también aprovechamos el recurso que tenemos a la mano.

Para esto se realizaron diferentes consultas las cuales se desplegarán en la interfaz de la aplicación como se muestra en la figura 6.1 .



Figura 6.1 Módulo de despliegue de recomendaciones

Fuente: Elaboración Propia

6.1.2 Peticiones

Se utiliza la herramienta Postman, para poder realizar peticiones a nuestra BD y tenemos como respuesta las recomendaciones que nosotros solicitamos como se muestra en las siguientes Figuras.

En la Figura 6.1.0 se muestra la interacción del usuario de acuerdo con lo que ha navegado en la aplicación

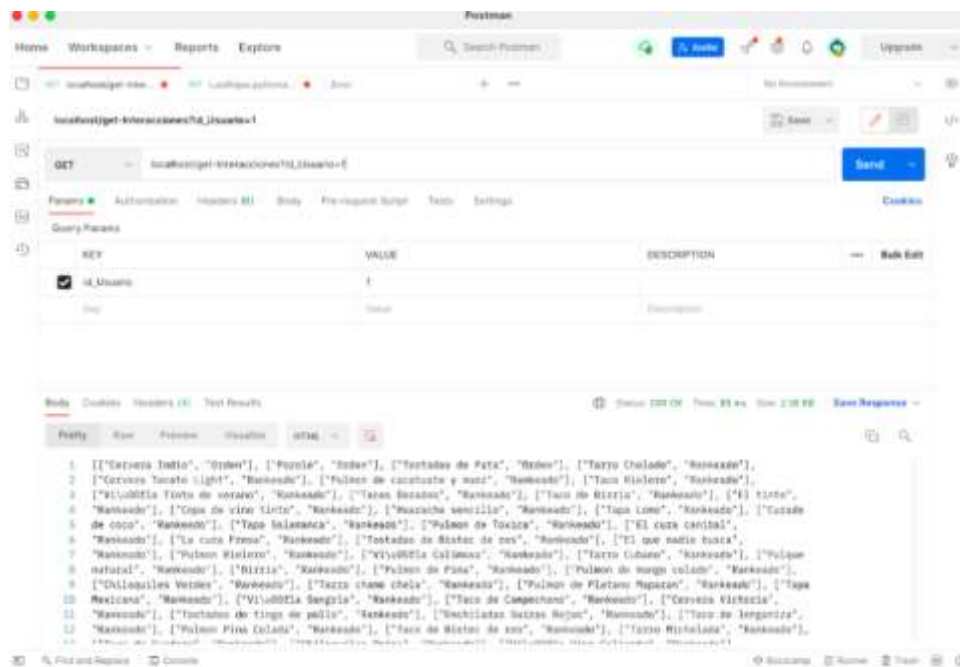


Figura 6.1.0 Interacci\u00f3n del usuario
Fuente: Elaboraci\u00f3n Propia

Pruebas

En la figura 6.1.1 Se muestran las recomendaciones mas pedidas por el usuario seg\u00fan su categor\u00eda por medio de la herramienta de Postman, mientras que en la Figura 6.1.2 se muestra el despliegue en la aplicaci\u00f3n.

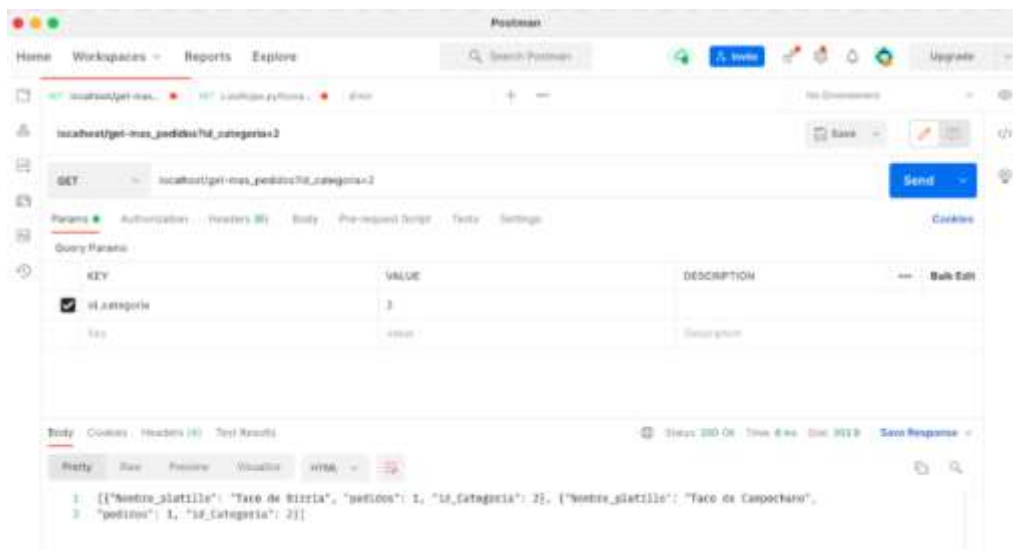


Figura 6.1.1 Mas pedidos por categor\u00eda
Fuente: Elaboraci\u00f3n Propia

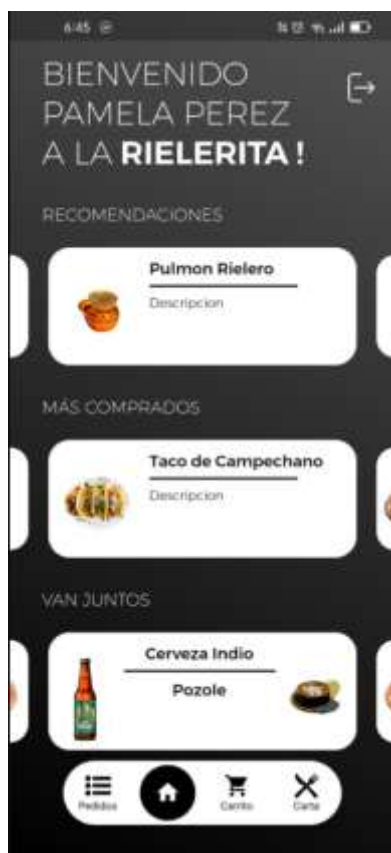


Figura 6.1.2 Mas pedidos por categoría desde la aplicación
Fuente: Elaboración Propia

En la figura 6.1.3 Se muestran las recomendaciones más pedidas por tiempo, es decir, que el tiempo que el usuario visualiza el platillo.

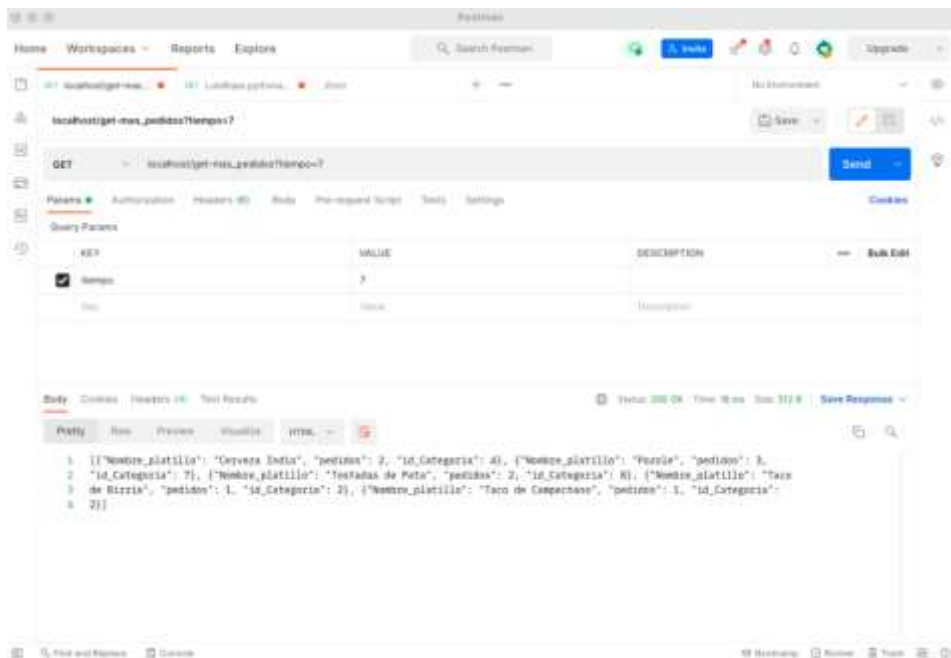


Figura 6.1.3 Más pedidos por tiempo
Fuente: Elaboración Propia

En la figura 6.1.4 se muestran las recomendaciones más rankeadas por categoría, es decir, los platillos que más ha pedido el usuario según la categoría que el platillo pertenezca.

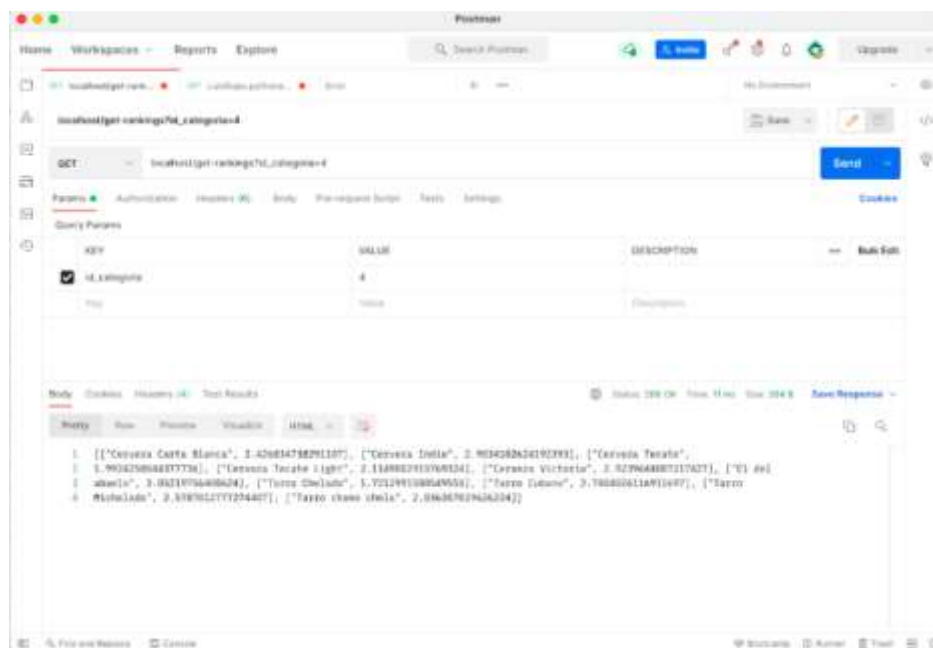


Figura 6.1.4 Mas rankeados por categoría
Fuente: Elaboración Propia

6.2 Algoritmos

En esta sección se hace la implementación de los Algoritmos de Recomendación, así como las pruebas principales para validar su funcionamiento. Para el desarrollo de todos estos algoritmos se utiliza el lenguaje de programación Python.

6.2.1 Algoritmo de Evan Miller

Para la implementación de este algoritmo se siguieron los siguientes pasos.

- Se crea el endpoint en la API en Python y se realiza la conexión con la BD con ayuda del Framework Flask.
- Se implementa el algoritmo para realizar la recomendación con las calificaciones de cada platillo almacenado en el sistema.

Pruebas

En la figura 6.2.1 se muestra el despliegue de las recomendaciones mejor rankeadas según la calificación que todos los usuarios han otorgado a los platillos.

6.2.2 Algoritmo FP-Growth

Para la implementación de este algoritmo se siguieron los siguientes pasos.

- Se crea el endpoint en la API en Python y se realiza la conexión con la BD con ayuda del Framework Flask.
- Se implementa el algoritmo Apriori para obtener las reglas de asociación con las ordenes almacenadas en el sistema.

Pruebas

En la figura 6.2.2 se muestra el despliegue de los platillos basados en el historial de las ordenes levantadas por usuarios que han interactuado con la aplicación.

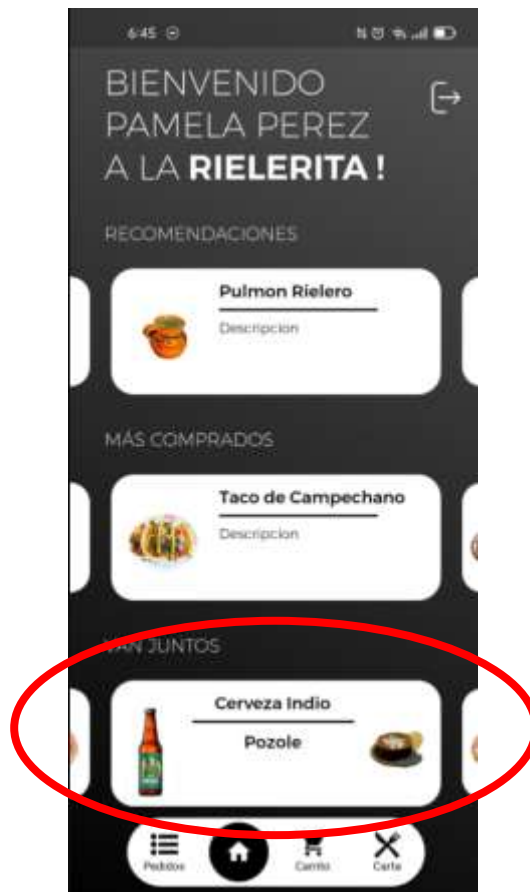


Figura 6.2.2 Despliegue de recomendación basado en el historial de órdenes.

6.2.3 Algoritmo Bayes

Para la implementación de este algoritmo se siguieron los siguientes pasos.

- Se crea el endpoint en la API en Python y se realiza la conexión con la BD con ayuda del Framework Flask.
- Se implementa el teorema de Bayes para un platillo seleccionado y el historial de interacciones que tiene un usuario.

Pruebas

En la figura 6.2.3 se muestra el despliegue de las recomendaciones al implementar el algoritmo de Bayes.

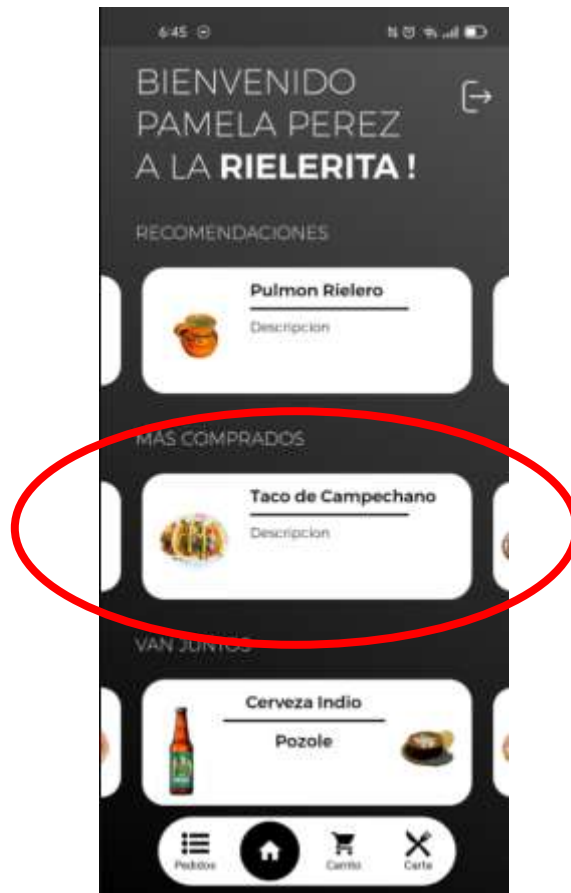


Figura 6.2.3 Despliegue de las recomendaciones por medio del algoritmo de Bayes.

6.2.4 Basado en Contenido

Para la implementación de este algoritmo se siguieron los siguientes pasos.

- Se crea el endpoint en la API en Python y se realiza la conexión con la BD con ayuda del Framework Flask.
- Se calculan los valores TF-IDF para cada platillo.
- Se implementa el algoritmo de similitud con las características de cada platillo.

6.2.5 Filtrado Colaborativo basado en platillos

Para la implementación de este algoritmo se siguieron los siguientes pasos.

- Se crea el endpoint en la API en Python y se realiza la conexión con la BD con ayuda del Framework Flask.
- Se implementa el algoritmo de Correlación de Karl Pearson con las características de cada platillo.
- Se implementa el algoritmo de similitud con las características de cada platillo.

7 Despliegue de platillos en Realidad Aumentada (Incremento #4)

En este incremento se realiza el desarrollo del módulo para desplegar los platillos en Realidad Aumentada (RA). Las herramientas utilizadas para el desarrollo del despliegue son las siguientes:

1. AR.js (librería)
2. Aframe (librería)
3. Photoshop
4. Affter Efects
5. Firebase Hosting

Procedimiento:

Para realizar el despliegue de la RA seguimos los siguientes pasos:

- Se obtienen los recursos visuales, los cuales fueron recolectados por medio de fotografías y videos tomados presencialmente a cada uno de los platillos que han sido cargados a la Base de datos.
- Posteriormente, dichos recursos fueron editados y modificados en formatos que sean compatibles según las características de las librerías y la aplicación. Dándonos como resultado los recursos visuales en formatos .GIF .
- Se genera un disparador por medio de la librería AR.js, el cual nos permite desplegar un platillo específico en RA.
- Se crean módulos vinculados al disparador, los cuales redirigen a cada uno de los patillos cargados en la base de datos.
- Todo este procedimiento se desarrolló en un componente, el cual se despliega en el Firebase Hosting.

Para realizar el despliegue en la aplicación seguimos los siguientes pasos:

1. Obtenemos la información de los platillos desde la Base de Datos, con la finalidad de que el usuario al seleccionar un platillo realice una consulta a él y redirigir al despliegue en RA.

Pruebas

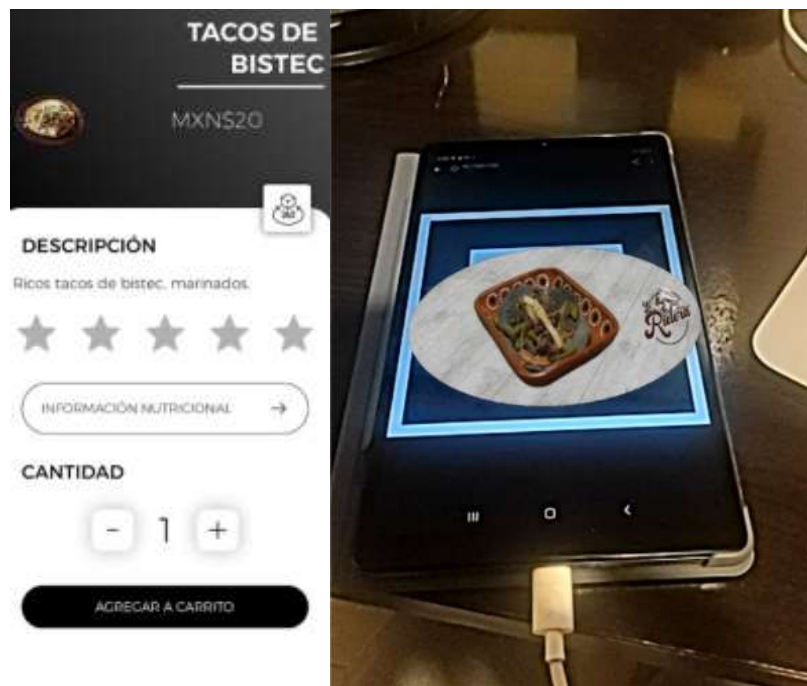


Figura 7.0 Captura de pantalla de la implementación de despliegue de platillos

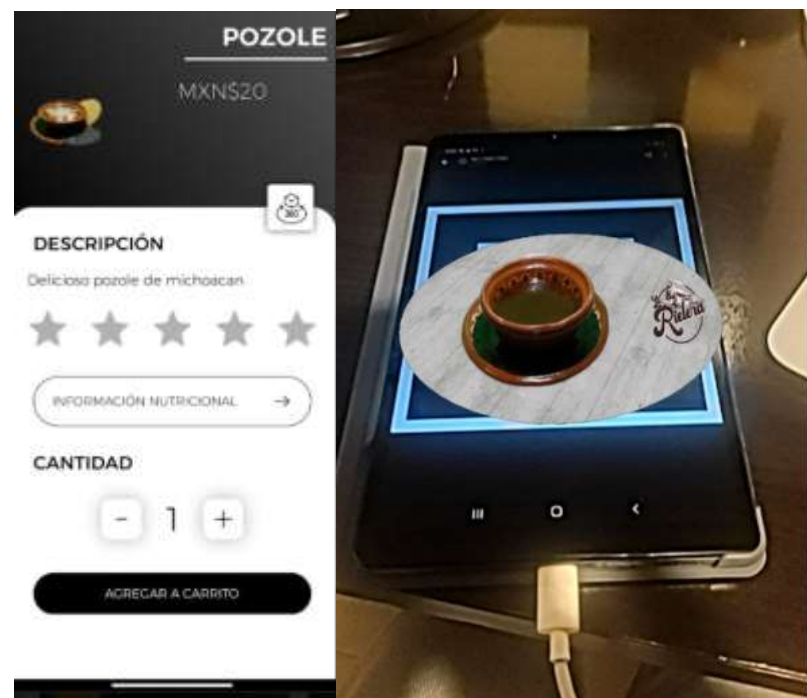


Figura 7.1 Captura de pantalla de la implementación de despliegue de platillos

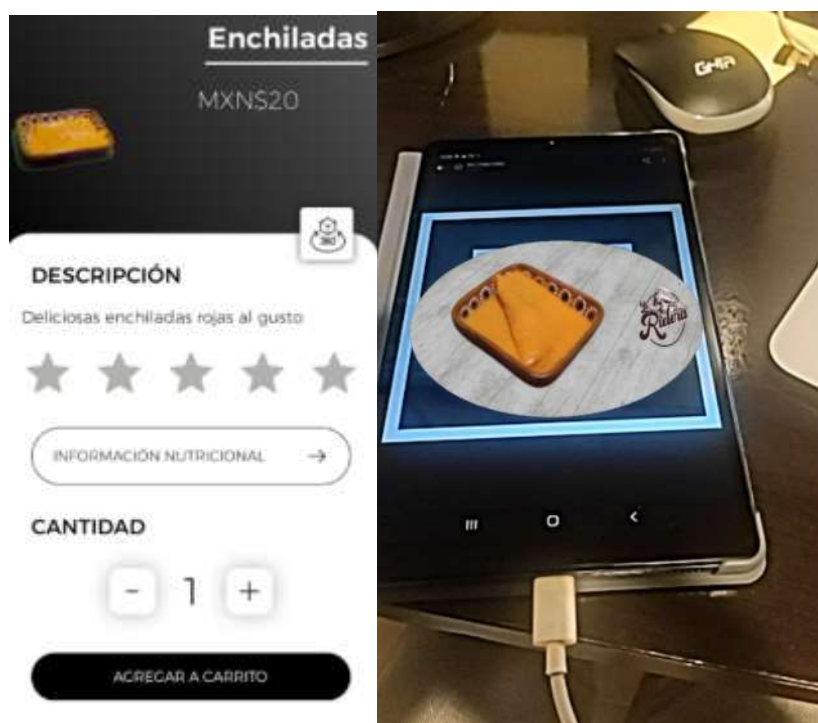


Figura 7.2 Captura de pantalla de la implementación de despliegue de platillos

CONCLUSIONES

El uso de la tecnología es parte importante de empresas de diversa índole, este crecimiento provoca que dichas empresas desarrollen un pensamiento creativo con visión a proporcionar a sus usuarios aplicaciones que resulten atractivas en la exposición de sus productos.

En el caso de la industria restaurantera, la expresión visual resulta primordial, ya que permite al comensal tener una imagen inicial de los platillos que desea consumir, aunado al efecto que tiene en la mente de las personas el visualizar un platillo y con el valor agregado de la información de los datos nutricionales del mismo.

La Realidad Aumentada es una forma de expresión que está ganando terreno debido a la capacidad tecnológica de acercar al usuario a una experiencia de la vida virtual a la vida real. Por ello, es por lo que incorporar esta tecnología al ámbito restaurantero conlleva bastantes beneficios.

Los sistemas de recomendación se han incorporado en diversos sistemas de información, debido a la capacidad que tienen de seleccionar, filtrar y proporcionar aquella información que cumple ciertas condiciones o mantiene similitud con comportamiento conocidos con anterioridad, lo que disminuye considerablemente el tiempo que los usuarios invertirían en la búsqueda de información sin el apoyo de estos poderosos algoritmos. Los cuales se pueden aplicar en muchas áreas de estudio.

Es por ello, que surge la idea de realizar una aplicación móvil que realice la sustitución de una carta física, despliegue recomendaciones hacia los clientes, con el valor agregado de la visualización de platillos en Realidad Aumentada. Con la finalidad de que tanto los comensales como el equipo del restaurante se vean beneficiados al utilizar nuevas tecnologías. Hablando de los beneficios del cliente, este podrá tener la certeza de como luce el platillo antes de realizar la orden y disminuir el tiempo de elección de los platillos por medio de las diversas recomendaciones desplegadas, y finalmente por el lado del equipo restaurantero podrá tener un control total de su carta, tomar una orden de forma automática y ahorrando el uso de papel.

Como producto final tenemos una aplicación móvil que muestra la presentación final de los platillos provenientes de la carta de un restaurante, utilizando la Realidad aumentada para la visualización de ellos, el despliegue de información nutricional de cada platillo y con la capacidad de dar recomendaciones de platillos de acuerdo con la interacción de los usuarios con la aplicación.

Se planteo una solución tecnológica enfocada a dispositivos móviles que tengan cualquier sistema operativo (Android, iOS, etc). Para que esto fuera posible utilizamos herramientas tecnológicas como Flutter, Firebase y Oauth, que nos ayudan realizar la parte visual de la aplicación. Al inicio de este documento, uno de los objetivos específicos determinamos que la aplicación seria solo para dispositivos móviles Android, pero nos hemos visto obligados a reestructurar el proyecto y gracias a ello se logra una aplicación multiplataforma, adicional a ello se realiza una migración del proyecto para implementar una PWA (por sus siglas Progressive web app), la cual es una aplicación accedida desde la web a través de un navegador. Gracias a ello ha sido posible acceder a la aplicación web y móvil sin existir la limitante del sistema operativo al que pertenezca el dispositivo móvil del cliente. Por otra parte, se implementa la realidad aumentada para realizar el despliegue de los platillos por medio de esta tecnología, de este modo, el cliente tiene la certeza de como luce el platillo que desee elegir.

Se incorporo un sistema de recomendación, el cual es posible gracias a la navegación del usuario y los datos que proporciona a la aplicación. Para ello, se ocuparon técnicas de minería de datos las cuales nos ayudan a tener una mejor precisión en cuanto las recomendaciones que se muestran a los clientes. Para llevar a cabo esto, se utiliza la metodología SEMMA, la cual nos ayuda en la estructura del sistema de recomendación, filtrar los datos que obtenemos y elegir los algoritmos que se implementaron. Durante el desarrollo, se detecta que existen muchas formas de realizar las recomendaciones, por ello que se decide explotar los recursos disponibles y tomar datos que nos arroja la aplicación para ocuparlos y realizar recomendaciones personalizadas. Para esto decidimos dividir las recomendaciones en consultas e implantación de algoritmos desarrollados en el lenguaje de programación Python. Por otra parte, al desarrollar los algoritmos nos enfrentamos al uso limitado de los datos obtenidos, dado que no se contaban con los necesarios para poder realizar métricas de eficiencia de los algoritmos implementados, por ello, se crea un conjunto con coherencia dando como similitud un conjunto menor de un caso real.

Se realiza un despliegue de la información nutricional de cada platillo existente en la carta del restaurante. Obtuvimos estos datos por medio de las porciones de los ingredientes y el platillo específico, calculando los datos más relevantes como es Sodio, Carbohidratos, Calorías y Grasas, de forma manual. Por otra parte, se muestra también el nombre de cada platillo, el precio e ingredientes que tiene cada platillo. Con la finalidad, de dar a conocer a los clientes especificaciones detalladas de cada uno de los platillos. Todos estos datos son guardados en la Base de datos y desplegados por medio de endpoints.

Y finalmente, la aplicación tiene la capacidad de generar un código QR el cual es obtenido al momento de que el cliente levante un pedido. Dicho código, contiene información de los platillos que solicita el cliente, cantidad, precio y el id de cada platillo. El código, debe ser escaneado para que despliegue un documento en formato .txt con la información antes mencionada y proceda a la preparación del platillo. Este código facilita el proceso de orden manual a realizarse de forma automática.

De este modo, determinamos que los objetivos han sido cumplidos a lo establecido al inicio de este documento ya que se implementa la visualización exitosa de platillos en Realidad Aumentada existentes en la carta manteniendo un despliegue fiel de los alimentos. Se incorporan sugerencias por medio de técnicas de minería de datos las cuales fueron posibles por medio de los datos recopilados de la navegación del usuario, así como la interacción con la aplicación. También, se despliega información detallada de cada platillo, como es el nombre, precio, información nutricional y los ingredientes de cada uno de ellos. Y finalmente la aplicación es capaz de generar un código QR que contiene los datos de la orden levantada por el usuario.

TRABAJO A FUTURO

La aplicación desarrollada en el Trabajo Terminal 2020-B063 fue diseñada de tal manera que pudiera ser mejorada agregando las siguientes funcionalidades:

1. Implementación de módulo de Administrador.

Este módulo ayuda a que la aplicación pueda usarse en cualquier restaurante, el administrador sea capaz de subir, modificar y eliminar cualquier platillo.

2. Modulo interno para la lectura de los códigos QR para la visualización del pedido.

Este módulo se integra dentro de la aplicación con ayuda del administrador para que la lectura de los códigos QR sea dentro de la misma aplicación sin necesidad de utilizar herramientas terceras.

3. Mapeo de todos los platillos para ser desplegados en Realidad Aumentada a partir de fotogrametría.

Para tener una visualización de alta calidad se sugiere realizar el proceso completo de mapeo para desplegar los platillos en Realidad Aumentada, de esta forma la imagen de cada platillo se asemeja aún más a la realidad.

4. Mudar la API utilizada en Python por Spark.

Se ha demostrado que el volumen de datos extraídos y explotados como insumo son un factor determinante para la eficiencia de los algoritmos de recomendación, sin embargo, calcular la similitud de estos se determina por un creciente número de combinaciones $O(n^2)$ que resulta en tiempos de ejecución inviables. Entre los diferentes enfoques de abordar el problema, Spark destaca debido a su eficiencia computacional y la facilidad para desarrollar soluciones de streaming y procesamiento por lotes utilizando la misma base de código Python, además de una biblioteca especializada para de factorización matricial llamada Apache Spark ML.

5. Implementación de recomendaciones basados en opiniones del usuario mediante lenguaje natural.

Implementar una nueva forma de recomendación utilizando lenguaje natural para dar una recomendación aún más fiel de la calidad de cada uno de los platillos ofertados. De este modo, por medio de opiniones de otros usuarios se puede determinar qué tan bueno o malo es el platillo.

6. Mejora en el rendimiento de despliegue de recomendaciones.

Optimizar las técnicas de minería de datos, así como el desarrollo de los algoritmos para ofrecer un mejor rendimiento de tiempo en cuanto el despliegue de las recomendaciones.

7. Implementación de modulo para dietas personalizadas.

Implementar un módulo que ayude a los usuarios que lleven una dieta estricta, a la recomendación de platillos de acuerdo con la forma de alimentación de ellos.

REFRERENCIAS

- [1]ORG, "En México hay 80.6 millones de usuarios de internet y 86.5 millones de usuarios de teléfonos celulares: ENDUTIH 2019. 17 de febrero | Instituto Federal de Telecomunicaciones - IFT", Ift.org.mx, 2019. [Online]. Available: <http://www.ift.org.mx/comunicacion-y-medios/comunicados-ift/es/en-mexico-hay-806-millones-de-usuarios-de-internet-y-865-millones-de-usuarios-de-telefonos-celulares>. [Accessed: 03- Nov- 2020].
- [2]K. Adams, "The Future of Augmented Reality in the Restaurant Industry — Foodable Network", Foodable Network, 2020. [Online]. Available: <https://www.foodabletv.com/blog/2016/8/6/the-future-of-augmented-reality-in-the-restaurant-industry>. [Accessed: 03- Nov- 2020].
- [3]Premo, "¿Realidad aumentada? Así puedes usarla en tu negocio", Entrepreneur, 2020. [Online]. Available: <https://www.entrepreneur.com/article/306095>. [Accessed: 03- Nov- 2020].
- [4]S. Media, "Español: ¡VUELVE LA IMPRESIÓN A LA VIDA CON REALIDAD AUMENTADA!", Shweiki.com, 2020. [Online]. Available: <https://shweiki.com/blog/2013/01/vuelve-la-impresion-a-la-vida-con-realidad-aumentada>. [Accessed: 03- Nov- 2020].
- [5]"La digitalización en restaurantes y sus beneficios", Camarero10. [Online]. Available: <https://www.camarero10.com/digitalizacion-restaurantes/>. [Accessed: 01- Nov- 2020].
- [6]"Digitalización a la carta, la nueva realidad para los restaurantes", quois.com, 2020.
- [7]D. Galbraith, "AR Food Menu: A case study", Deanagalbraith.com, 2019. [Online]. Available: <https://www.deanagalbraith.com/post/ar-food-menu-a-case-study>. [Accessed: 03- Nov- 2020].
- [8]M. AR, "Menu AR", Menuar.ru, 2020. [Online]. Available: <http://menuar.ru/en.php>. [Accessed: 03- Nov- 2020].
- [9]L. Chef, "Le Petit Chef Kuala Lumpur", Lepetitchef.com, 2020. [Online]. Available: <https://lepetitchef.com/lepetit-chef-kuala-lumpur>. [Accessed: 03- Nov- 2020].
- [10]W. Jan Lee, "Foodsays augmented reality app - Student Education App Design Award Winner", Creativity International Design Awards, 2020. [Online]. Available: <https://creativityawards.com/?submission=foodsays-augmented-reality-app>. [Accessed: 03- Nov- 2020].
- [11]B. Lopez, H. Bautista and J. Castro, "API PARA EL DESARROLLO DE SISTEMAS DE RECOMENDACIÓN", Tesis IPN, 2016. [Online]. Available: <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/21266/Api%20para%20el%20desarrollo%20de%20sistemas%20de%20recomendacion.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. [Accessed: 03- Nov- 2020].
- [12] "Realidad Aumentada: el mundo real con otros ojos", Iberdrola, 2021. [Online]. Disponible en: <https://www.iberdrola.com/innovacion/que-es-realidad-aumentada>. [Accesado: 24- Mar- 2021].
- [13] Grapsas, "Realidad aumentada: ¿qué es, cómo funciona y para qué sirve?", *Rock Content - ES*, 2019. [Online]. Disponible en: <https://rockcontent.com/es/blog/realidad->

- [28]. M. Charquero, "Restaurante definición y características", Blogspot, 2021. [Online]. Available: <http://gastronomicaperdia.blogspot.com/2014/12/restaurante-definicion-y-caracteristicas.html>. [Accessed: 15- Mar- 2021].
- [29]. SA, "Tipos de restaurante", Cursos Gastronomía, 2019. [Online]. Available: <https://www.cursosgastronomia.com.mx/blog/consejos/tipos-de-restaurante/>. [Accessed: 15- Mar- 2021].
- [30] COQUILLAT, D., 2019. 25 tendencias para restaurantes que dominarán en 2020. [online] diegocoquillat. Available at: <<https://www.diegocoquillat.com/25-tendencias-para-restaurantes-que-dominaran-en-2020/>> [Accessed 19 March 2021].
- [31] Erika, 2021. Tendencias en nuevas tecnologías para restaurantes. [online] escuelamarketing. Available at: <<https://escuelamarketinggastronomico.net/tendencias-en-nuevas-tecnologias-para-restaurantes/>> [Accessed 19 March 2021].
- [32] "Qué es la información nutricional | FUDE", Educativo.net, 2021. [Online]. Available: <https://www.educativo.net/articulos/que-es-la-informacion-nutricional-1136.html>. [Accessed: 25-Mar- 2021].
- [33] D. alimentación, "Calorías de los Alimentos: ¿Qué Cantidad de Calorías es Necesaria?", CuidatePlus, 2021. [Online]. Available: <https://cuidateplus.marca.com/alimentacion/diccionario/calorias.html>. [Accessed: 25- Mar- 2021].
- [34] DrTango, "Explicación de las grasas en la alimentación", Medlineplus.gov, 2020. [Online]. Available: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/patientinstructions/000104.htm>. [Accessed: 25-Mar- 2021].
- [35] Maxima Uriarte, "Azucares", *caracteristicas.co*, 2020. [Online]. Available: https://www.caracteristicas.co/azucares/#Definicion_de_azucares. [Accessed: 25- Mar- 2021].
- [36] R. Webconsultas, "Minerales", *webconsultas*, 2010. [Online]. Available: <https://www.webconsultas.com/dieta-y-nutricion/dieta-equilibrada/micronutrientes/minerales/sodio-1831>. [Accessed: 25- Mar- 2021].
- [37] Romero, "Metodologías de Minería de Datos más usadas en la actualidad", *Posicionamiento Web, más tráfico, más clientes*, 2021. [Online]. Available: https://jorgeromero.net/metodologias-de-mineria-de-datos/#Metodologia_SEMMA. [Accessed: 30- May- 2021].
- [38] "Modelo Incremental", *Isw-udistrital.blogspot.com*, 2021. [Online]. Available: <http://isw-udistrital.blogspot.com/2012/09/ingenieria-de-software-i.html>. [Accessed: 30- May- 2021].
- [39] [3]"Flutter que es y por que es importante", *Quality devs*, 2019. [Online]. Available: <https://www.qualitydevs.com/2019/07/05/que-es-flutter/>. [Accessed: 30- May- 2021].
- [40] I. Ramírez, "ARCore: qué es, para qué sirve y móviles compatibles", *Xatakandroid.com*, 2021. [Online]. Available: <https://www.xatakandroid.com/realidad-aumentada/arcore-que-sirve-moviles-compatibles>. [Accessed: 30- May- 2021].
- [41] "Flutter que es y por que es importante", *Quality devs*, 2019. [Online]. Available: <https://www.qualitydevs.com/2019/07/05/que-es-flutter/>. [Accessed: 30- May- 2021].

[42] "Welcome to Python.org", *Python.org*, 2021. [Online]. Available: <https://www.python.org>. [Accessed: 30- May- 2021].

[43] Digital Workspace. "¿Qué es OAuth y cuáles son sus principales usos? - NTS Seidor". NTS Seidor. <https://www.nts-solutions.com/blog/oauth-que-es.html> (accedido el 1 de noviembre de 2021).

[44] Lopez, S., 2020. Qué es Firebase: funcionalidades, ventajas y conclusiones. [online] Firebase: qué es, para qué sirve, funcionalidades y ventajas. Available at: <<https://www.digital55.com/desarrollo-tecnologia/que-es-firebase-funcionalidades-ventajas-conclusiones/>> [Accessed 1 November 2021].

[45] Masterd.es. 2021. Qué es Unity y para qué sirve. [online] Available at: <<https://www.masterd.es/blog/que-es-unity-3d-tutorial>> [Accessed 1 November 2021].

Firmas de directores.

Dr. Jesús Alberto Flores Cruz



Jesus Flores
para mí ▾

Estimados Estudiantes,

Sirva el presente correo para confirma la recepción del Trabajo Terminal correspondiente.

Saludos y que tengas un buen día.

Atte.
Dr. Jesus Alberto Flores Cruz
Profesor investigador del CICATA-Legaria

Dra. Fabiola Ocampo Botello



Jesus Flores
Estimados Estudiantes, Sirva el presente correo para confirma la recepción del Trabajo Terminal

Fabiola Ocampo
para mí ▾

Hola

Buen día.

Recibo el reporte correspondiente al Trabajo terminal I y confirmo asistencia a la presentación.

Gracias por la atención, reciba un cordial saludo.

Dra. Fabiola Ocampo Botello
