



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Tecnológico Nacional de México

Campus Tecnológico de Tijuana

Tesis de Maestría

Análisis y Diseño de un sistema inteligente mediante Internet de las cosas, para electrodomésticos.

Presentada por

Carlos Alberto Carrisoa Camacho

Cómo requisito para la obtención de grado de

Maestría en Tecnologías de las Información

Director de tesis

Dr. Arnulfo Alanis Garza

Codirector de tesis

M.C. Karina Romero

Tijuana, Baja California a 16 de mayo de 2022



Instituto Tecnológico de Tijuana

Tijuana, Baja California,

24/mayo/2022

OFICIO No. 052/DEPI/2022

Asunto: Autorización de Impresión de Tesis

MARIA MAGDALENA SERRANO ORTEGA
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE SERVICIOS ESCOLARES
PRESENTE

En lo referente al trabajo de tesis, "Análisis y Diseño de un sistema inteligente mediante Internet de las cosas, para electrodomésticos.". Presentado por C. **Carlos Alberto Carrisosa Camacho**, alumno de la Maestría en Tecnologías de la Información con numero de control **M1921058**; informo a usted que a solicitud del comité de tutorial, tengo a bien **Autorizar la impresión de Tesis**, atendiendo las disposiciones de los Lineamientos para la Operación de Estudios de Posgrado del Tecnológico Nacional de México.

Sin más por el momento le envió un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E

Excelencia en Educación Tecnológica



GUADALUPE HERNÁNDEZ ESCOBEDO
JEFE DE DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

ccp. Archivo

GHE/lap



Calzada del Tecnológico S/N Esq. Castillo de Chapultepec y calle Cuauhtemotzin,
Fracc. Tomás Aquino C.P.22414 Tijuana, Baja California. Tel. 01 (664) 6078400
Est. 101

e-mail: dir.tijuana@tecnm.mx | tecnm.mx | Tijuana.tecnm.mx



2022 *Ricardo Flores*
Año de Magón
PRECURSOR DE LA REVOLUCIÓN MEXICANA



Tijuana, Baja California, **16/mayo/2022**

DR. GUADALUPE HERNÁNDEZ ESCOBEDO
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
PRESENTE

En lo referente al trabajo de tesis, “ **Análisis y Diseño de un sistema inteligente mediante Internet de las cosas, para electrodomésticos.**” presentado por el **Ing. Carlos Alberto Carrisoza Camacho**, alumno del programa de Maestría en Tecnologías de la Información, con número de control M1921058 informamos a usted que después de una minuciosa revisión e intercambio de opiniones, los miembros del comité manifiestan **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias, por lo que se autoriza al interesado para que proceda de inmediato a la impresión del mismo.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica


DR. ARNULFO ALANIS GARZA
PRESIDENTE


MC. KARINA AIDEE ROMERO ALVARADO
SECRETARIA


DRA. SAMANTHA P. JIMÉNEZ CALLEROS
VOCAL


DR. BOGART YAIL MARQUEZ LOBATO
SUPLENTE

c.c.p. Dr. Bogart Yail Márquez Lobato. Coordinador Académico de la Maestría en Tecnologías de la Información.
Archivo



CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS

En la ciudad de Tijuana, Baja California, el día 16 de mayo de 2022, el que suscribe **Carlos Alberto Carrisosa Camacho**, con número de control **M1921058**, alumno de Maestría en Tecnologías de la Información, manifiesta que es autor intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del **Arnulfo Alanis Garza** y de **Karina Romero Alvarado**, cede los derechos para su difusión, en su totalidad o en partes, con fines académicos o de investigación del documento de tesis titulado **Análisis y Diseño de un sistema inteligente mediante Internet de las cosas, para electrodomésticos** al Tecnológico Nacional de México.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas, código, formulas o datos del trabajo sin permiso expreso del autor o director del trabajo. Este debe ser obtenido escribiendo a cualquiera de las siguientes direcciones de correo electrónico carlos.carrisosa193@tectijuana.edu.mx, alanis@tectijuana.edu.mx y Kromero@tectijuana.edu.mx o bien, dirigirse a las instalaciones del Instituto Tecnológico de Tijuana en Calzada del Tecnológico S/N Esq. Av. Castillo de Chapultepec y calle Cuauhtemotzin, Fracc. Tomás Aquino C.P. 22414, Tijuana, Baja California, conmutador 664-6078400.

Si se otorga el permiso, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo como lo indique el autor intelectual o el director del trabajo de Tesis.

A T E N T A M E N T E



Carlos Alberto Carrisosa Camacho

**ALUMNO DEL POSGRADO DE LA MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN**

Agradecimientos y dedicatoria(s)

A Laura por ser mi motivación y mi orgullo que siempre me apoya, me anima a seguir adelante y no rendirme, porque su dedicación me contagia a superar todas las barreras y ser mejor en todo.

Al Dr. Alanis por su tiempo, su apoyo, sus enseñanzas y sobre todo por la paciencia al explicar algo que no entendí, además de permitirme llevar a cabo este proyecto.

A la Maestra Karina por aceptar ser codirectora del proyecto y el apoyo al desarrollo del mismo.

A la Dra. Samantha por siempre encontrar un hueco en su agenda para asesorarme y resolver mis dudas.

A mi compañero Javier Sotelo por el apoyo en el desarrollo del proyecto y creación de la aplicación.

A mis padres ser mis guías y enseñarme el camino en el que ahora voy.

A Dios por la vida, por los buenos y malos momentos que he vivido y me han traído hasta aquí.

A mi hijo Carlos Leonardo que es mi fortaleza y motivación para continuar trabajando y salir adelante para ser el mejor padre....

Contenido

Introducción.....	6
Capítulo 1. Planteamiento del problema	12
Problemática del proyecto.....	13
Justificación	15
Pregunta(s)	16
Objetivos	16
Objetivo general.....	16
Objetivos Específicos.....	17
Hipótesis de acción	17
Capítulo 2. Estado del Arte.....	18
Introducción	19
Marco teórico-conceptual.....	19
Domótica.....	19
Interfaz hombre-máquina.....	20
Radio Frequency Identification (Identificación por Radio Frecuencia)	20
Internet of Things (IoT)	21
Marco conceptual del proyecto	22
Inteligencia Artificial distribuida.....	24
PAMA.....	24
Android	25
DB Browser para SQLite.....	25
Computación en la nube	25
Raspberry Pi	25
Raspberry Pi 3 Model B +	26
Seguridad en dispositivos IoT.....	26
Nutrición.....	26
SCRUM.....	27
Moda.....	28
Mediana	28
Evolución histórica del conocimiento y situación actual	28
Capítulo 3. Metodología de la Investigación.....	31

Metodología de la realización de diagnóstico	32
Capítulo 4. Propuesta.....	37
Propuesta.....	38
Recursos técnicos.....	52
Capítulo 5. Resultados y análisis	54
Experimentación y pruebas.....	55
Escenario 1:.....	57
Escenario 2:.....	59
Escenario 3:.....	60
Escenario 4:.....	61
Escenario 5:.....	63
Escenario 6.....	65
Escenario 7	65
Escenario 8:.....	66
Capítulo 6. Conclusiones	78
Conclusiones	79
Capítulo 7. Bibliografía	82
Bibliografía	83

Índice de Tablas y Figuras

Tabla 1: Áreas de aplicación de Internet de las Cosas (Elaboración Propia).....	23
Tabla 2: Información estadística de compras a través del sistema inteligente	56
Tabla 3: Datos generados por el sistema después de la simulación.....	57
Tabla 4: Pedido con número de folio Le5y6117	58
Tabla 5: Pedido con número de folio CaOt8245.....	60
Tabla 6: pedido con número de folio Bo5y8006.	61
Tabla 7: Pedido con número de folio FI0t5433.	62
Tabla 8: Pedido con número de folio FI5y3128.	63
Tabla 9: Pedido con número de folio CaSa2327.....	65
Tabla 10: Total de totales de cada tienda	66
Tabla 11: Pedido con número de folio FI5y2286.	67

Tabla 12: Total de ventas de cada producto	68
Tabla 13: total de ventas por días	70
Tabla 14: total de ventas por meses	70
Tabla 15: Ventas totales por sucursal	76
Figura 1. Red semántica Agente Nutrición	40
Figura 2. Ontología de Alimentos y Nutrición	41
Figura 3: Caso de uso Administrador	42
Figura 4: Casos de uso Usuario	42
Figura 5: Casos de uso Proveedor	43
Figura 6. Diagrama de secuencia administrador	44
Figura 7. Diagrama de secuencia usuario	44
Figura 8. Diagrama de secuencia proveedor.....	45
Figura 9. Diagrama de secuencia permisos.	46
Figura 10. Diagrama de secuencia cambio de contraseña.	46
Figura 11. Diagrama de secuencia recuperar contraseña.....	47
Figura 12. Diagrama de secuencia recetas	48
Figura 13. Modelo entidad relación	49
Figura 14. Modelo de arquitectura del sistema.....	50
Figura 15: Total de ventas por Año	71
Figura 16: Rango de horas de compras	72
Figura 17: Total de pedidos mayores o menores a \$500 Pesos M.N.....	72
Figura 18: Total de ventas de los productos.....	73
Figura 19: Total de ventas por día.....	73
Figura 20: Total de ventas por mes, año 2020	74
Figura 21: Total de ventas por mes, año 2021	74
Figura 22: Preferencias de los clientes por rango de edad y género.	75
Figura 23: Zona geográfica de preferencia o de mayor venta	75
Figura 24: Ventas totales por tienda.....	76
Figura 25: Total de órdenes de compra por tiendas.....	77

Resumen

La presente tesis está basada en las tecnologías de internet de las cosas e inteligencia artificial, ambas cuentan con una amplia área de oportunidades para el desarrollo de aplicaciones, dichas aplicaciones se pueden encontrar en muchos lugares, ya sea en el hogar como en la industria.

Esta investigación se basa en el análisis del estado del arte, donde se presentan los antecedentes de la IoT con base en la domótica, su historia y desarrollos, así como también la Inteligencia Artificial Distribuida.

En un dispositivo inteligente (tablet) que estará empotrado en electrodomésticos (para este desarrollo la base será en un refrigerador), cuyo objetivo es que los usuarios puedan realizar las compras de su despensa en línea con su proveedor de confianza y que sea enviado a la puerta de su hogar, se contempla darle al usuario la función de llevar un seguimiento de los alimentos y de los desperdicios que estos puedan generar así como un esquema para seguir una dieta asignada por un nutriólogo, este proceso es llevado por un agente de nutrición que se encarga de tener un registro de peso, índice de masa corporal y de crear la lista de mandado de acuerdo al menú asignado al usuario.

Con los resultados obtenidos en las investigaciones del estado del arte, se tiene una idea y una base para continuar con el análisis el planteamiento de la solución, el trabajo inicia con revisar los mecanismos necesarios para la arquitectura y el modelo del proyecto.

Se utilizaron 2 metodologías, la primera que contempla todo lo referente al trabajo de la investigación y la segunda metodología ágil, SCRUM que contempla todo lo referente al análisis y diseño de la aplicación, en esta última se definen la arquitectura, los componentes del sistema, la aplicación móvil, la base de datos, el agente inteligente de nutrición, este último tiene tareas y objetivos como llevar a cabo un plan nutricional, además de registrar datos como el peso, índice de masa corporal y crear listas de mandado de acuerdo al menú asignado por el nutricionista. Para llevar a cabo estos procesos se implementaron dos encuestas, la primera para conocer los hábitos

de compra de los usuarios y el uso del dispositivo para realizar las compras en línea, y la segunda para apoyar a determinar el impacto del proyecto, para lo cual se dieron 4 escenarios que contemplan situaciones de la vida cotidiana, teniendo en cuenta su posible solución.

Teniendo todo lo anterior, se procede con la obtención de resultados para demostrarlo, debido a no poder realizarla en una ambiente de presencialidad, se planeó obtenerlos por medio de un proceso de simulación, basado en datos reales de precios y productos, para este proceso se realizaron mil simulaciones de compra, cada una de estas compras es correspondiente a una persona, a su vez cada persona podrá realizar una o más órdenes de compras, esta actividad permitió obtener información a los usuarios y proveedores acerca del comportamiento de compra y a partir de ahí generar acciones que les sean favorables a ambos, para poder tener un control en sus compras, y para incrementar sus ventas.

Summary

This thesis is based on the technologies of the internet of things and artificial intelligence, both of which have a wide area of opportunity for application development, such applications can be found in many places, both in the home and in industry.

This research is based on the analysis of the state of the art, where the antecedents of the IoT are presented based on home automation, its history and developments, as well as Distributed Artificial Intelligence.

In a smart device (tablet) that will be embedded in household appliances (for this development the base will be in a refrigerator), whose objective is that users can make their pantry purchases online with their trusted supplier and have it delivered to the door of their home, It is contemplated to give the user the function of keeping track of food and waste that these can generate as well as a scheme to follow a diet assigned by a nutritionist, this process is carried by a nutrition agent who is responsible for keeping track of weight, body mass index and create the list of errands according to the menu assigned to the user.

With the results obtained in the investigations of the state of the art, we have an idea and a basis to continue with the analysis and the solution approach, the work begins with reviewing the necessary mechanisms for the architecture and the project model.

Two methodologies were used, the first one that contemplates everything related to the research work and the second agile methodology, SCRUM that contemplates everything related to the analysis and design of the application, the latter defines the architecture, the system components, the mobile application, the database, the intelligent nutrition agent, the latter has tasks and objectives such as carrying out a nutritional plan, in addition to recording data such as weight, body mass index and creating errand lists according to the menu assigned by the nutritionist. To carry out these processes, two surveys were implemented, the first one to know the buying habits of the users and the use of the device to make online purchases, and the second one to support to determine the impact of the project, for which 4 scenarios were given that contemplate situations of daily life, taking into account their possible solution.

Having all the above, we proceed with the obtaining of results to demonstrate it, due to not being able to do it in a face-to-face environment, it was planned to obtain them through a simulation process, based on real data of prices and products, for this process a thousand purchase simulations were made, each of these purchases corresponds to a person, in turn, each person will be able to place one or more purchase orders. This activity allowed us to obtain information from users and suppliers about their purchasing behavior and from there generate actions that are favorable to both, in order to have control over their purchases and increase their sales.

Introducción

Con el desarrollo de las tecnologías móviles, se tienen muchas situaciones alcance de la mano, cómo por ejemplo un teléfono inteligente o una tableta y con estos dispositivos obtener aplicaciones que permiten hacer un gran número de cosas cómo las que se plantea en este proyecto, una aplicación móvil instalada en una tableta con sistema operativo Android [1], empotrada en el refrigerador.

El sistema Multi Agente que se presenta en esta propuesta, está compuesto por un conjunto de agentes, que se encargaran de varios procesos, cómo son: Lista de mandado, Pedidos, Perfil de usuario, Inventario, Proveedor y Nutrición, este último Agente se encargará de llevar un plan alimenticio, diseñado por un nutricionista para el cual se toman en cuenta datos cómo: los hábitos alimenticios, peso, índice de masa corporal (IMC), estos datos se proporcionan a través de la aplicación y el experto, a partir de este punto decide qué tipo de dieta necesita el usuario, para ello, le asigna un plan alimenticio a seguir con un máximo de calorías diarias que debe consumir; con el plan alimenticio anteriormente mencionado, se obtiene una lista de los productos a consumir con la cual se hace el pedido desde la Aplicación móvil para electrodomésticos inteligentes - EInt.

Por otra parte, se utilizan servicios en la nube para manejo de la base de datos, también se contempla el uso de una Raspberry Pi que contendrá a su vez varios sensores, todos ellos en conjunto, se pretende el hacer del refrigerador un dispositivo inteligente de internet de las cosas.

En este documento se presenta el análisis y diseño de un sistema inteligente mediante Internet de las cosas, para electrodomésticos, que abarca software y hardware, el cual tiene un uso frecuente en los hogares y está en la categoría de domótica, además de lo anterior utilizará el paradigma de agente inteligentes, este sistema se comunicará con múltiples aplicaciones con las que se obtienen: organización de alimentos, registro de abastecimiento, planes nutricionales y seguimiento de los mismo en conjunto generará satisfacción al usuario que actualmente desea tener practicidad y rapidez en

cada una de las actividades cotidianas, cómo por ejemplo: recordatorios de los productos a hacer agregados en la lista de mandado, consultar el inventario de los productos en el refrigerador y en la alacena, así como tener en cuenta el entretenimiento para los niños mientras el usuario cocina, poder revisar el clima, escuchar música, etc.

Capítulo 1. Planteamiento del problema

Problemática del proyecto

En total, según cifras del Fondo de la ONU [2] para la Alimentación y la Agricultura (FAO) [3] correspondiente a octubre de 2017, se pierden 1300 millones de toneladas de comida producida para el consumo humano, un tercio del total de la producción mundial.

El 45% de las frutas y vegetales que se cosechan en todo el mundo se desperdicia, si ponemos de referencia a una sola fruta esto equivale a algo así como 3700 millones de manzanas. También se desperdicia el 30% de los cereales, 763.000 millones de cajas de pasta, y de los 263 millones de toneladas de carne que se producen mundialmente cada año, se pierde el 20%, el equivalente a 75 millones de vacas [4]. Mientras que en América y el Caribe se estima que se desperdicia el 6% de la pérdida mundial de alimentos [5], en México según cifras de SEDESOL [6] se desperdicia 10,431,000 toneladas de alimentos el 37% de la producción del país [7].

Una de las causas por las cuales se desperdicia alimento es por no haberse utilizado, la razón puede ser que se haya comprado más de lo que se consume, esto tiene que ver con los hábitos de compra, se puede comprar productos que por el momento no se necesitan porque ya se tienen o no se compra porque se cree que ya se tiene lo que provoca que se gaste de más y haya un riesgo de desperdicio de alimentos lo cual genera otra pérdida económica, otras causas de desperdicio de alimentos son por mal preparación de alimentos o alimentos preparados pero no consumidos o por daño estético [8].

Una de las soluciones propuestas para este proyecto es la creación de un agente de nutrición, el cual apoya a los usuarios a llevar un control nutricional para registrar los planes alimenticios, peso, índice de masa corporal, además de crear listas de productos no solo los incluidos en su dieta, sino también los productos para el hogar y posteriormente realizar la compra desde la aplicación móvil, así sería sustituida la lista de mandado en papel por una lista digital, se realizará el análisis de la red semántica, posteriormente la ontología y después el análisis en PAMA [9].

En la situación en la que se está viviendo debido a la pandemia por la COVID-19, desarrollos cómo esta propuesta debe tener una visión de crecimiento, y con el paso del tiempo esperar a que tenga mayor aceptación por el usuario final, ya sea usuario de consumo y proveedores de servicios.

Con base en la información anterior surge la necesidad de crear una tecnología que ayude a llevar un control de los insumos del hogar, planes alimenticios, los cuales tendrán un registro de menús, peso inicial, peso final, índice de masa corporal, entre otras funciones. Este proyecto pretende dotar de inteligencia a un electrodoméstico en este caso un refrigerador, será de mucha ayuda para los usuarios porque podrá generar alertas a los dispositivos móviles de los usuarios cómo recordatorio para realizar las compras, o permitir el acceso al sistema desde cualquier lugar donde se encuentren los usuarios para ver el contenido, y de esa forma generar un ahorro al evitar desperdiciar alimentos o hacer compras de productos no necesarios y llevar una vida saludable con el módulo de nutrición del sistema.

En este proyecto se presenta un dispositivo el cual tiene un uso frecuente en los hogares y el cual entra en la categoría de la domótica, además utiliza inteligencia artificial, se trata de un dispositivo inteligente con el cual se puede interactuar con múltiples aplicaciones las cuales van desde ofrecer entretenimiento, organización de alimentos, registro de abastecimiento, que englobado genera una satisfacción ante el consumidor que actualmente está en busca de practicidad y rapidez en cada una de las actividades cotidianas, como por ejemplo recordatorios de lista de mandado o consultar el inventario de los productos almacenados en el refrigerador o la alacena. Cómo entretenimiento para los niños mientras el usuario cocina, revisa el tiempo, escucha música, etcétera.

Una ventaja de tener este dispositivo en el hogar es porque ofrece un servicio en el cual es posible obtener información desde cualquier lugar donde se encuentre el usuario, porque se encontrará conectado a internet y desde un dispositivo inteligente con sistema Android su puede conectar a él y de esa manera saber que insumos se

tienen en el hogar o en el refrigerador de tal manera que, si hace falta algo para la cena, el sistema realizará la compra de los productos que hacen falta.

El objetivo principal es tener la lista de mandado o el acceso a la base de datos del refrigerador por medio de una aplicación y de este modo conseguir los insumos necesarios antes de llegar a casa, de la misma manera actualizar o controlar las aplicaciones del refrigerador.

Justificación

La meta 12.3 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible del Fondo de la ONU para la Alimentación y la Agricultura (FAO), exige reducir a la mitad el desperdicio de alimentos del comercio al por menor y de consumo para el año 2030, además de aminorar los desperdicios de alimentos durante la distribución de los mismos. La FAO empezará a utilizar dos índices para mediciones globales de los desperdicios de alimentos a niveles minoristas y de consumo, estos índices son Índice de pérdida de alimentos (FLI) y el Índice de desperdicios de alimentos (FWI) por sus siglas en inglés [4].

La tecnología es de gran ayuda para prevenir el desperdicio de alimentos en el hogar, puede cambiar nuestros hábitos de consumo y crear un plan para evitar el desperdicio, que puede ser generar alertas de productos próximos a perecer y de esa forma decidir si se consumen, o si no es posible consumirlos llevarlos a un banco de alimentos y donarlos o dárselo a personas de escasos recursos, se crea una conciencia en apoyo a los que menos tienen y al ambiente ya que los desperdicios generan gases de efecto invernadero.

Antes de la pandemia de la COVID-19 el análisis de este proyecto se basaba en el desperdicio de alimentos y conforme al avance de la enfermedad en el que se fueron dando recomendaciones por los gobiernos y la Organización Mundial de la Salud (OMS), los cuales generaron en el proyecto modificaciones y adaptaciones que reflejarán el cubrir algunas de ellas, cómo es el evitar salir de casa, por tanto la actividad de realizar las compras de manera presencial se fue adaptando y

sustituyendo por el uso de aplicaciones que fueran seguras y prácticas para el consumidor, sin tener la necesidad de salir de su hogar, algunos de los factores de riesgo de hospitalización por la COVID-19 son hipertensión, diabetes mellitus [10], obesidad [11], a partir de este último se buscó una forma de que los usuarios que deseen mantener un registro de sus planes alimenticios, y tener comunicación con un especialista para atender a inquietudes de los usuarios por lo que se agregó un módulo de nutrición con el que se podrá para llevar a cabo planes alimenticios asignados por el nutricionista, menús, control de peso, etc. con el cual los especialistas podrán generar las dietas de acuerdo al perfil de cada usuario registrado en el sistema y la lista de los alimentos a consumir durante el periodo asignado a cada plan.

Pregunta(s)

- ¿El dispositivo inteligente será capaz de cumplir con las expectativas de los usuarios de compras en línea?
- ¿El dispositivo inteligente ayudará a los usuarios a seguir un plan nutricional y realizar compras de los insumos necesarios para seguirla, a través del sistema?
- ¿Un adulto mayor utilizaría el dispositivo inteligente?
- ¿Será inteligente realmente?
- ¿El dispositivo inteligente será capaz de ahorrar energía?
- ¿La propuesta y desarrollo es sustentable?

Objetivos

Objetivo general

Desarrollar un dispositivo inteligente para compras en línea que ayude a controlar el desperdicio de alimentos y que apoye en plan nutricional de los usuarios.

Objetivos Específicos

- Analizar el estado de arte, conceptos, datos bibliográficos de sensores, aplicaciones, conexiones inalámbricas relacionados con electrodomésticos inteligentes.
- Diseñar la arquitectura del software del dispositivo.
- Diseñar y crear una base de datos para el manejo de la información.
- Diseñar y crear una interface para el usuario en el dispositivo donde pueda visualizar inventario de insumos, cambiar la lista de mandado y llevar un control del plan de alimentación.
- Crear un agente inteligente el cual permita medir el consumo y dar avisos de los productos próximos a caducar y de esa manera controlar el consumo de alimentos para evitar desperdicios de Alimentos.
- Crear un módulo de nutrición para llevar un plan nutricional de acuerdo a cada usuario.
- Determinar el impacto del dispositivo inteligente empotrado en un refrigerador y el desperdicio de alimentos.

Hipótesis de acción

El dispositivo inteligente será capaz de controlar el desperdicio de alimentos en el refrigerador y en la alacena, además de permitirle a los usuarios llevar un plan alimenticio en el régimen asignado por el especialista.

Capítulo 2. Estado del Arte

Introducción

En este capítulo se exponen antecedentes de proyectos similares, se explican de qué trata cuáles son las características de los mismos y la diferencia con el proyecto propio, además de conocer las definiciones y conceptos relacionados al proyecto.

Marco teórico-conceptual

Domótica

Los inicios de estos sistemas se ubican por la década de los 70's, donde surgieron los primeros dispositivos que con el protocolo de comunicaciones X-10 [12] permitían automatizar los hogares este protocolo se encargaba de controlar de manera remota los aparatos eléctricos a través de la red eléctrica transmitiendo una señal digital a los dispositivos.

La primera computadora capaz de controlar la temperatura, la televisión, encender el despertador a determinada hora era conocido como ECHO IV [13] no tuvo mucho éxito debido a la complejidad de su uso.

Una década después la domótica se internacionalizó con el propósito de controlar la vivienda, realizando pruebas con electrodomésticos y dispositivos automáticos para el hogar, también se hicieron adaptaciones en los sistemas en el área comercial para después aplicarlos a nivel doméstico [14].

Según la asociación española de domótica e inmótica “La domótica es el uso de diversas tecnologías aplicadas para el manejo inteligente y automático de un inmueble, que permite una administración eficiente de energía, que proporciona seguridad y comodidad, además de comunicación entre el usuario y el sistema [15]”. Por consiguiente, la domótica es una tecnología para el control del hogar de manera segura y eficiente [16].

Interfaz hombre-máquina

En 1960, el informático estadounidense J.C.R. Licklider estableció una nueva manera de comprender y hacer frente a la relación del hombre y la máquina. Esto generó un campo de investigación por un lado el ámbito tecnológico y por otro lado el humanístico que se desarrollará en conjunto con la inteligencia artificial y la cibernética [17].

El surgimiento de la primera interfaz hombre-máquina se denominó Sketchpad, desarrollado el 1963 por Ivan E. Sutherland como parte de su investigación de tesis doctoral, el sketchpad fue fruto del concepto introducido por J.C.R. Licklider en 1960, esta invención generó disconformidad entre los expertos en informática y filósofos sobre la utilidad para usar Sketchpad para tareas convencionales hechas por seres humanos, los filósofos y teóricos decían que las computadoras eran limitadas, en cambio los informáticos del MIT aconsejaban que el usuario humano sería apto para tener una interacción con la computadora de forma simbiótica [18].

Radio Frequency Identification (Identificación por Radio Frecuencia)

El surgimiento de esta tecnología es durante la segunda guerra mundial, creada por las fuerzas armadas británicas con la cual identificaban a los aviones y los catalogaba como amigos o enemigos, el sistema era llevado en los aviones aliados y emitían señales codificadas [19].

Al finalizar la guerra, Harry Stockman publicó un artículo que es considerado la investigación más cercana al nacimiento de la tecnología RFID, lo que permitió el crecimiento constante del desarrollo de la tecnología [19].

En la década de los 60's comenzaron a aparecer las primeras pruebas de campo, la comunicación por radar entre otras, también surgieron algunas compañías que desarrollaron un equipo de vigilancia electrónica anti intrusión denominada EAS (Electronic Article Surveillance) [19].

El sistema RFID contiene 3 componentes: Etiqueta RFID o transpondedor, Lector de RFID o transceptor, Subsistema de procesamiento de datos o Middleware RFID [20].

Redes de Sensores

Inalámbricos Las redes de sensores se origina con el uso de sensores durante las guerras, para rastrear a los atacantes en el mar, para esto se empezó a usar el SONAR (Sound Navigation And Rangind) navegación y alcance por sonido, esta tecnología usa el sonido para detectar otros buques. El Sonar es similar al RADAR solo que este último emite señales de radiofrecuencia y en el SONAR se emite impulsos sonoros [21] [22] .

Con el hundimiento del Titanic se impulsaron las tecnologías de ecolocalización, la primera patente obtenida para un dispositivo de este tipo es obtenida por Lewis Richardson por la oficina de patentes británica en 1912, el alemán Alexander Behm obtuvo la del resonador en 1913. En 1914 un canadiense Reginald Fessenden construyó un sistema que podía detectar icebergs a 2 millas de distancia, tenía un defecto que no se podía conocer su ubicación exacta [21].

Las Redes de Sensores es una red de dispositivos inalámbricos de baja potencia, conocidos cómo motes y se utilizan cómo pequeñas computadoras unidas para formar redes, permiten captar, medir o interpretar variables cómo la temperatura, humedad, presión, posición, sonidos, vibración, humo, crecientes de ríos, entre otras cosas [21] [22].

Los sensores recopilan información del ambiente, después se usan los datos de acuerdo al objetivo que se busque, cómo alertas de acercamiento a un objeto, temperatura, etc. La comunicación entre los sensores es posible usando transceptores permitiendo la comunicación entre WI-FI, Bluetooth, y ZigBee [21] [22].

Internet of Things (IoT)

O Internet de las Cosas cómo se le conoce en español, se les llama a los dispositivos, sensores, objetos entre otras cosas que tienen la capacidad de conectarse a internet, este término es nuevo, pero la conexión de los objetos a internet existe desde décadas, por ejemplo, en los años 70's, se implementaron sistemas de control remoto en la red

eléctrica a través de las líneas telefónicas. En los 90's se empezó a implementar las comunicaciones M2M (Máquina a Máquina) con el desarrollo de las redes inalámbricas, estas soluciones se extendieron rápidamente, no obstante, manejaban sus propios protocolos muy diferentes al protocolo IP [23].

En 1990 se conectó el primer dispositivo a internet que fue una tostadora durante una conferencia de internet. Años más tarde se conectaron más dispositivos a internet una máquina expendedora de refrescos y una cafetera en diferentes universidades de Estados Unidos de América y Reino Unido. Más tarde el pionero tecnológico británico Kevin Ashton utilizó el término de Internet de las Cosas por primera vez en 1999 en una presentación que realizó para la empresa Procter&Gamble [23] [24].

Marco conceptual del proyecto

Internet de las Cosas (IoT) por sus siglas en inglés, es una infraestructura mundial en la que interactúan personas, gobiernos y organizaciones, que permite servicios avanzados por medio de la interconexión de cosas u objetos que pueden ser físicos o virtuales gracias a la interoperabilidad Tecnologías de información y comunicación [25].

Esta estructura permite compartir información y datos específicos del entorno a nuestro alrededor, existen un gran número de dispositivos inteligentes que se comunican entre ellos y con otros sistemas, además de comunicarse con personas a este concepto se le conoce cómo M2P (comunicaciones de máquina a persona) [26].

Cuando el concepto de IoT es introducido a la aplicación de hogar inteligente. Este abarca una gama mucho más amplia de control. Por ejemplo, hogar inteligente implica la seguridad, la gestión de energía, control de temperatura de termostato, entretenimiento para la familia y los negocios familiares [24].

El internet de las Cosas IoT tiene una amplia área de oportunidad para desarrollar aplicaciones, lo podemos encontrar casi en cualquier lugar, los dispositivos inteligentes que existen son de mucho apoyo a los usuarios en diferentes tareas

gracias a que tienen una capacidad de comunicación efectiva, con los sensores, actuadores, la nube y los dispositivos, los cuales están en el área de la educación, seguridad, hogar, industria, etcétera, a continuación se observan las diferentes áreas de aplicación del Internet de las Cosas, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1: Áreas de aplicación de Internet de las Cosas (Elaboración Propia)

Campo o Área de Aplicación	Descripción de la Aplicación	Dispositivos IoT
<i>IoT Educación o loET (Educational Internet of Things)</i>	<i>Monitoreo continuo de los procesos enseñanza-aprendizaje, conectado a un módulo que monitorea la actividad del estudiante, se alimenta desde laptop, tabletas, celulares, relojes inteligentes [27]. También se encontró la aplicación OBSY (Observation Learning System [28].</i>	<i>Relojes inteligentes, smartphone. OBSY</i>
<i>IoT Salud o loHT (Internet of Health Things)</i>	<i>Recolección de datos, cómo niveles de glucosa en la sangre, nivel de oxígeno, temperatura y presión arterial, entre otros parámetros de medición de Salud, para llevar una supervisión de los pacientes y atención médica en caso de requerirlo [29].</i>	<i>Wearables</i>
<i>IoT en la Acuicultura</i>	<i>Monitoreo de variables físico-químicas frecuentes en la piscicultura, permite medir Ph y Oxígeno del agua para mantener el equilibrio de las sustancias y así mejorar la producción de alevinos [30].</i>	
<i>IoT en la Agricultura</i>	<i>Monitoreo de humedad relativa, temperatura, contenido volumétrico de agua en el suelo y factores que inciden en el desarrollo de los cultivos [31].</i>	
<i>IoT en el Hogar</i>	<i>Gestión de energía, seguridad, control de electrodomésticos, apagado automático de la electrónica en desuso, control del clima, detección de humo y alarma, cerraduras inteligentes, etc. [26].</i>	<i>Google home, Amazon echo dot, Nest, Philips Hue, Electrodomésticos inteligentes, etc.</i>

Inteligencia Artificial distribuida.

La inteligencia artificial se encarga de crear computadoras, dispositivos inteligentes y hasta robots tratando de imitar la inteligencia del ser humano, existen varias ramas de la inteligencia artificial estas son: visión artificial, planeación, aprendizaje máquina, robótica, etcétera.

Los sistemas Multi-Agente (SMA), son algunos de los desarrollos que apoyan a la inteligencia artificial [32].

La ontología es un conjunto de conceptos que son parte de un mismo tema o tienen relación en el mismo ámbito del conocimiento, en ella se definen tipos, propiedades y las relaciones entre las entidades que lo componen [33].

Las ontologías sirven para tener la información organizada y así buscar, extraer, procesar y sacar conclusiones, de una manera sencilla y que para los usuarios, computadoras y empresas sea fácil de entender [33]. Es una rama de las ciencias computacionales donde los conocimientos son especificados de forma concreta, en ella intervienen individuos (instancias), clases (conceptos), atributos y relaciones [33].

PAMA

Es el conjunto de datos organizados en una matriz y se compone de Percepciones, Acciones, Metas y Ambiente se le llama matriz PAMA (Percepciones, Acciones, Metas y Ambiente) y son de utilidad para el diseño de agentes inteligentes [9]. Las percepciones proveen al agente información del entorno donde se encuentra.

Las acciones se producen a partir de las percepciones ¿Qué acción se puede realizar de las percepciones obtenidas?

La meta es el objetivo al que se desea llegar el logro de una meta puede tener conflicto con otra, será necesario establecer límites [34] [9].

Los agentes inteligentes, son herramientas que sirven para realizar algunas acciones, hay de varios tipos, software, robots, chatbot, etcétera. Cuando se navega en internet

aparecen anuncios de acuerdo al comportamiento de los usuarios, ese es un agente inteligente [35].

Android

Android Studio es el entorno de desarrollo integrado (IDE) oficial para el desarrollo de apps para Android, basado en IntelliJ IDEA. Además del potente editor de códigos y las herramientas para desarrolladores de IntelliJ, Android Studio ofrece incluso más funciones que aumentan tu productividad cuando desarrollas apps para Android [36].

DB Browser para SQLite

DB Browser para SQLite (DB4S) es una herramienta de código abierto, visual y de alta calidad para crear, diseñar y editar archivos de base de datos compatibles con SQLite.

DB4S es para usuarios y desarrolladores que desean crear, buscar y editar bases de datos. DB4S utiliza una interfaz familiar similar a una hoja de cálculo y no es necesario aprender los comandos SQL complicados [37].

Computación en la nube

Cloud Computing o computación en la nube, es un modelo para permitir, de manera conveniente, el acceso ubicuo a la red bajo demanda a un conjunto de recursos informáticos configurables (por ejemplo: redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios) que puede ser aprovisionado y liberado rápidamente con un esfuerzo mínimo de gestión o interacción de un proveedor de servicios [38].

Raspberry Pi

Es la tercera marca de computadoras más vendida en el mundo. La Raspberry Pi es una computadora del tamaño de una tarjeta de crédito que se conecta a su televisor o pantalla, y un teclado y un mouse. Puede usarlo para aprender a codificar y crear proyectos de electrónica, y para muchas de las cosas que hace su PC de escritorio, cómo hojas de cálculo, procesamiento de texto, navegar por Internet y jugar. También

reproduce videos de alta definición. La Raspberry Pi está siendo utilizada por adultos y niños de todo el mundo para aprender programación y creación digital [39].

Raspberry Pi 3 Model B +

Es el último producto de la gama Raspberry Pi 3, con un procesador de cuatro núcleos de 64 bits que funciona a 1.4 GHz, LAN inalámbrica de banda dual de 2.4 GHz y 5 GHz, Bluetooth 4.2 / BLE, Ethernet más rápido y capacidad PoE a través de un HAT PoE separado, la LAN inalámbrica de doble banda viene con certificación de cumplimiento modular, lo que permite que la placa se diseñe en productos finales con pruebas de cumplimiento de LAN inalámbrica significativamente reducidas, mejorando tanto el costo como el tiempo de comercialización [40].

Seguridad en dispositivos IoT

Con el rápido aumento y comercialización de los dispositivos inteligentes ha aumentado las vulnerabilidades de seguridad y privacidad, los Malwares son un ejemplo de ello y aunque algunos dispositivos incluyen protección a nivel software como la firma del firmware es insuficiente debido a que se deja el hardware vulnerable [41] lamentablemente estos sistemas de internet de las cosas poseen muchas deficiencias en la seguridad, que pueden provocar daños por piratas informáticos en el hardware y el software.

“Las variaciones en el software y el hardware hacen que la seguridad de IoT sea un problema difícil de abordar” [42].

Las vulnerabilidades del sistema son un medio por el cual un atacante aprovecha los defectos de un sistema, aplicación o servicio para sacar provecho y manipular el sistema de una forma diferente a la que se diseñó [43].

Nutrición

Es la causa por la que el cuerpo convierte e incorpora nutrientes obtenidos por los alimentos del cual se obtiene energía, suministra los ingredientes para la integración

renovación y reparación de la estructura orgánica y proporciona sustancias para regular el metabolismo, otorga la energía necesaria para el funcionamiento del organismo y sus funciones [44].

El estudio del origen de las enfermedades a partir de los componentes de la dieta y el estado de salud, proporciona conocimiento con la cual se pueden realizar planes alimenticios, sin embargo los hábitos de alimentación de los usuarios no permite que se tomen en cuenta dichos planes alimenticios, todo esto a causa de la gran variedad de alimentos disponibles sobre todo en los productos ultra procesados (con alto contenido energético, azúcares, grasa y sal) con un valor adquisitivo bajo, y con publicidad abundante para promocionar el consumo [45].

SCRUM

Es un conjunto de procedimientos que permite tener un avance continuo, para este proyecto se utilizó una técnica iterativa e incremental para el desarrollo de proyectos, el proyecto se planifica en bloques temporales denominados sprint en donde los miembros del equipo presentan el progreso de los objetivos planteados en el Backlog teniendo un incremento para hacer el proyecto entregable.

SCRUM para mantener el control ágil en el proyecto se emplearon las siguientes prácticas de scrum: Revisión de las iteraciones, Auto organización del equipo y Colaboración. En una primera reunión se definieron todos los elementos implicados en el proyecto cómo: el equipo de trabajo, usuarios, a quién está dirigido el proyecto, proveedores, etcétera. posteriormente se crea la pila de producto (Product Backlog) que es donde se enlistan todas las funcionalidades del sistema, se integra el equipo de trabajo (product owner, scrum master, team) donde cada miembro del equipo decide que a hacer en el sprint y, se crea la agenda para las reuniones de planificación (sprints) junto con la pila de tareas que se realizará en el sprint, se definieron las reuniones de sprint para cada 15 días en las cuales se presentan las versiones del sistema que se definieron previamente en el Product Backlog, el Scrum Master dirige la reunión, si se entrega todo cómo se había definido se continúa con los demás

objetivos, sino se actualizan los productos y se presentan en la próxima reunión de sprint.

Moda

Se define como el valor con más iteraciones dentro de un flujo de información, si no existe un valor con mayor número de repeticiones, es posible que no exista una serie, puede haber multimodales, es decir, cuando los valores no son únicos esto debido a que un dato se presenta con el mismo y mayor número de repeticiones [46].

Mediana

Es el valor encontrado en el centro de una serie de datos ordenados, es decir, de una serie ordenada de datos se toma el valor que se encuentra justo en medio. El valor de la mediana depende de los elementos presentes en la serie (n), si es dispar el resultado de la mediana sería el valor central, si fuera par el resultado sería la media aritmética de los dos elementos centrales [46].

Evolución histórica del conocimiento y situación actual

Existe en el mercado refrigeradores inteligentes como Samsung Family Hub [47] y LG InstaView™ Door-in-Door® [48] que ofrecen una solución al problema del desperdicio de alimentos en los hogares ya que permite tener un control de los alimentos que se tienen en el refrigerador entre otras cosas se puede ver lo que hay dentro del refrigerador con cámaras internas y conexión con los dispositivos inteligentes como smartphones, además que ofrecen entretenimiento, permite generar apuntes, agendar citas, entre otras cosas, la diferencia de estos refrigeradores es que se tiene que adquirir un nuevo refrigerador lo que lo hace que tenga un costo elevado.

En el trabajo de Gu and Wang [49] presentan una arquitectura de un sistema inteligente basado en RFID para ayudar a las personas con enfermedades crónicas a controlar y mantener su ingesta nutricional, este artículo se divide en tres

partes que se describen a continuación, la primera es la parte del hogar, la segunda centro saludable y centro comercial y la última parte es la comunidad.

En el hogar el sistema tiene un servidor doméstico y un cliente que puede ser un teléfono inteligente o Tablet en el refrigerador y está basado en identificación de etiquetas (RFID), el usuario establece un stock de alimentos desde el dispositivo móvil, cuando los productos se están agotando el servidor envía un recordatorio al usuario. Puede dar recomendaciones de qué cocinar de acuerdo a los productos que se encuentran en el refrigerador, y con un vínculo los integrantes de la comunidad pueden subir recetas para las personas que necesiten consumir ciertos alimentos con características nutricionales requeridas [49].

Para la obtención de la información de los productos alimenticios se simula un servidor remoto para proporcionar información basada en etiquetas de identificación, el proceso incluye tres partes 1) los lectores RFID leen las etiquetas, 2) el middleware filtra las etiquetas repetidas y 3) el servidor remoto responderá una XML al servidor doméstico y al proceso de la capa de aplicación [49].

Este trabajo tiene similitudes al proyecto propio cómo las recomendaciones de productos a consumir, seguimiento de dietas e inventario, etc. A diferencia del proyecto propio la realización de pedidos con el proveedor La Cosecha.

Solo se indica un escenario de casa inteligente para la creación de listas de mandado, por lo que no se indica que se midió.

En Nasir et al [50] el sistema consta de submódulos detección, control y transmisión, el módulo de detección contiene sensores de gas, humedad y temperatura, el módulo de control se compone de un microcontrolador y una fuente de alimentación y el módulo de transmisión consiste en un módulo LCD y módulo Wi-Fi que trabajan juntos para precisar el estado del contenido de refrigerador, este sistema envía notificaciones vía SMS o correo electrónico, los sensores utilizados, es el sensor MQ3 para detección de gas (el gas liberado por las frutas y verduras cuando empiezan a descomponerse), temperatura DHT11 y el sensor de humedad, Wifi WeMos D1 R2 es un microcontrolador en el cual se pueden conectar todos los sensores a través de Wifi y

recibir notificaciones a través de él. El software que utiliza ThingSpeak IoT sirve para crear un canal y este sirve para almacenar y ver los datos obtenidos por los sensores, los datos de los sensores se almacenan con la hoja de cálculo PLX-DAQ que es compatible con Arduino y puede exportar los datos directamente a una hoja de Excel, con la aplicación Pushbullet el sistema envía notificaciones al usuario [50].

En este trabajo de Nasir et al [50] no se menciona que se midió, ni los resultados obtenidos.

Capítulo 3. Metodología de la Investigación

Metodología de la realización de diagnóstico

Para el desarrollo de este proyecto se utilizaron dos metodologías, (metodología con base a investigación y una metodología ágil [scrum]), la primera metodología fue utilizada para el desarrollo con base al proceso de investigación. Primeramente, se realizó la recopilación del estado del arte, esta información apoyó a poder situar la investigación en las áreas de las tecnologías de internet de las cosas e inteligencia artificial, posteriormente se realizó un análisis del estado del arte que apoyó a ubicar los requerimientos, la segunda está basada en la metodología Ágil (SCRUM) que se explica detalladamente más adelante.

El estado del arte permitió conocer los elementos necesarios para diseñar la arquitectura del sistema inteligente, investigando las tecnologías de internet de las cosas, sus aplicaciones, las ventajas y desventajas de estas tecnologías, las vulnerabilidades, etc. Así mismo la investigación de la inteligencia artificial, dicho esto se seleccionaron los componentes deseables para la arquitectura del sistema los cuales se explican en el siguiente párrafo.

La arquitectura del sistema inteligente se compone de dos módulos: el módulo de procesamiento y el módulo inteligente. El módulo de procesamiento se compone por hardware (Raspberry Pi, sensores de temperatura y luz) y software (base de datos administrada localmente y en la nube “middleware”, aplicación móvil) gestionado con un dispositivo denominado tableta (Tablet – en inglés).

El módulo inteligente registra los productos adquiridos para generar un conjunto de datos los cuales serán datos de entrada de: un agente inteligente, un agente de visión, y una red neuronal que realiza una clasificación de los datos para el control de alimentos que generarán a su vez los registros de compras, pagos entre otras cosas.

Durante el diseño de la aplicación móvil, se presentó una situación inesperada para todos, misma que llevó a todas las personas a tomar medidas por causa del virus SARS-Cov2 (coronavirus), debido a estas se implementaron medidas impuestas por los gobiernos y las autoridades de salud de permanecer en casa si no había



actividades esenciales para salir, observando el comportamiento de las personas que permanecían más tiempo en casa dejando a un lado la actividad física se llegó a el sedentarismo y el aumento de peso, por tal motivo se incluyó un módulo de salud en la aplicación que permitiera llevar el registro de dietas alimenticias y tener un control de peso, este módulo incluido en la aplicación se le llamó módulo de *Salud* y se explica a continuación.

El análisis de la información llevó a considerar enfocar el proyecto en el ámbito de salud, incluyendo en la aplicación móvil un módulo de nutrición donde los usuarios pueden llevar el registro de sus planes alimenticios, realizar compras de los alimentos que requieren para los mismos, etc. por otra parte no es exclusivo de personas que llevan una dieta sino para otros miembros de la familia que desean tener comodidad al momento de realizar las compras de la despensa, es decir, el sistema está dirigido a personas de los 18 a los 65 años que sean encargados de comprar los insumos del hogar.

Durante el análisis del proyecto se realizó una encuesta a 100 personas mayores de 18 años para de diferentes partes de la República Mexicana y Estados Unidos de América, para conocer los hábitos de compra de insumos para el hogar por los usuarios, esto para tener una mejor perspectiva de cómo se encuentra el mercado de las compras por medio de dispositivos digitales, aplicaciones, páginas web, etc. y tener un punto de partida del proyecto debido a que las autoridades de salud y el gobierno pusieron restricciones en algunos sectores comerciales cómo supermercados, tiendas de autoservicios y tienditas de la esquina además de recomendar a las personas evitar salir de casa si no tienen una actividad esencial debido a la pandemia del coronavirus.

También para conocer el nivel de experiencia de los usuarios en el uso de las tecnologías en el hogar (teléfonos inteligentes, tabletas, etc.)

Durante el análisis de los requerimientos de la base de datos se realizó nuevamente una encuesta esta vez para determinar el impacto del proyecto en los usuarios finales, para el diseño de esta encuesta se presentaron 4 escenarios que por un lado mostraban diferentes problemáticas que pudieran presentarse cotidianamente y por



otro lado mostraba una solución que ofrece el sistema a dicha problemática, de esta forma se evaluó qué funciones del sistema le gustan más a los usuarios y la viabilidad del proyecto, la muestra de esta encuesta fueron 105 personas mayores de edad de diferentes partes de la república mexicana y de Estado Unidos de América, se realizaron 8 preguntas utilizando la escala Likert para contestar “estoy completamente en desacuerdo” y “estoy completamente de acuerdo”.

En lo concerniente a la pila de producto se seleccionaron los elementos que forman parte del sistema y que de alguna manera tienen una función específica para el desarrollo del producto cómo, se mencionan a continuación:

- Levantamiento de requerimientos: Se realiza una entrevista con el usuario para conocer cuáles son sus necesidades y que es con lo que cuenta en cuestión de hardware y software y con la información recabada se realizó un análisis de requerimientos.
- Análisis de requerimientos: Se examinaron todos los elementos que intervienen en el sistema y de acuerdo a los requerimientos especificados por el usuario se seleccionaron los elementos a utilizar tanto de hardware (tableta, teléfono inteligente, Raspberry pi [51], sensor de temperatura, sensor de luz, cámara hidrotérmica), cómo de software (sistema operativo Android 7 en adelante, motor de base de datos SQLite, Android Studio, APK de la aplicación, 30 Mb de espacio libre, 1 gb de memoria).
- Red semántica: el análisis y diseño de la red semántica de nutrición se llevó a cabo conforme a la metodología de grafos conceptuales [52] y se diseñó con el software IHMC cmaptools [53], se contempla que el usuario en la plataforma esté registrado y por tanto tenga un archivo, en este último se registrará el cuestionario médico aplicado al usuario, peso inicial, peso final e índice. Para la masa corporal se seleccionan los nutrientes necesarios para el plan de alimentación, se selecciona un tipo de dieta y se asigna al usuario el plan de alimentación según calorías y porciones durante 21 días. El usuario utiliza la aplicación para crear listas de compras y generar pedidos.



- Ontología: se seleccionó la ontología de dominio debido a que es un conocimiento especializado en el área de la medicina, La ontología se diseñó en el Lenguaje de Ontologías Web (OWL) y la herramienta Protégé [54] [55].
- Análisis y diseño del sistema: En este punto se identifican los tipos de usuarios del sistema, Casos de uso, Diagramas de secuencia, Realización de mockup de roles de usuario, Diseño del modelo entidad relación, con el fin de determinar las funciones de los usuarios y los módulos del sistema los usuarios del sistema son: Administrador, Usuario, Proveedor y se conceden los permisos de que puede hacer cada usuario, el administrador es el encargado de asignar los permisos, los diagramas de secuencia describen la lógica del sistema.
- Los procesos son locales, es decir, en cada dispositivo, y cómo una segunda etapa, se utilizarán los servicios en la nube para la gestión de la base de datos.
- Diseño del modelo del sistema: Describe el funcionamiento de cómo el usuario utiliza un dispositivo inteligente, para acceder al sistema y obtener información sobre los productos que se encuentran dentro de la alacena y del refrigerador.
- Análisis de motor de base de datos: Determina qué manejador de base de datos, los campos, tablas, y relaciones que tendrá cada una de ellas en la base de datos.
- Programar la base de datos: Una vez determinados los campos, tablas y las relaciones el siguiente paso es programar la base de datos para preparar el sistema para recibir toda la información dada por los usuarios.
- Vista para el desarrollo (super usuario): Es un modelo del sistema en general, describe el funcionamiento de la aplicación y de cada una de las partes con las que el dispositivo inteligente se comunica.
- Desarrollo de la aplicación: Se realiza una versión preliminar de la aplicación, de acuerdo al análisis realizado anteriormente y posteriormente hacer pruebas



- Pruebas preliminares (n veces): El desarrollador hace pruebas del sistema y en caso de encontrar error aplica reingeniería.
- Reingeniería (n veces): Después de realizar pruebas por los desarrolladores y en caso de encontrar errores, se volverá a trabajar con el programa, si no se encuentran errores se continúa con las pruebas realizadas por los usuarios.
- Interfaz de usuario: Se diseña la interfaz de usuario enfocándose al usuario final para su uso óptimo.
- Pruebas preliminares usuario (n veces): El desarrollador vuelve hacer pruebas del sistema una vez hechas las adecuaciones pertinentes y en caso de encontrar error aplica reingeniería.
- Reingeniería usuario (n veces): Después de realizar pruebas por los desarrolladores y en caso de encontrar errores, se volverá a trabajar con el programa, si no se encuentran errores se continúa con las pruebas realizadas por los usuarios.
- Liberar versión final: Después de realizar todas las pruebas y ver que se cumplieron todos los requerimientos hechos por el usuario, se procede a liberar la primera versión.



Capítulo 4. Propuesta



Propuesta

Reducir el desperdicio de alimentos es el principal objetivo de este proyecto generando listas de mandado y tener siempre al alcance de la mano el inventario de los productos en el hogar a través del teléfono inteligente, consultando la aplicación diseñada para tener el control de los insumos y realizar pedidos a los proveedores de preferencia. El módulo de nutrición permite tener un control alimenticio para los usuarios del sistema que tengan una dieta específica asignada por un especialista en nutrición.

El ser humano para mantenerse saludable necesita nutrirse de manera adecuada, por tal motivo es de gran importancia ingerir alimentos con ciertas características, esto dependerá de cada persona toda vez que los requerimientos de cada persona son diferentes. Por otro lado, el tema de nutrición forma un pilar fundamental para prevenir enfermedades, cómo la diabetes, hipertensión y obesidad. Ocho de cada diez pacientes que iniciaron un plan alimenticio para bajar de peso, lo abandona antes de cumplir la meta [55].

La nutrición es uno de los factores principales determinantes de enfermedades crónicas, y si se hicieran cambios importantes en el estilo de dieta podría haber beneficios en la salud de la población [45].

Por las circunstancias antes planteadas, la presente investigación en particular propone el desarrollo de una agente nutrición, que ayudará a los usuarios, para poder tener un control nutricional.

El Agente nutrición que se propone, tendrá objetivos y tareas a cumplir, para llevar a cabo el plan alimenticio asignado, asimismo, te brindará datos de interés para el control nutricional, cómo lo son el peso, índice de masa corporal, además de crear listas de productos no sólo los incluidos en ese plan alimenticio, sino también los productos para el hogar para los miembros de la familia que no estén en un régimen alimenticio para bajar de peso y posteriormente realizar la compra desde la aplicación móvil, así sería sustituida la lista de mandado en papel por una lista digital, para ello se realiza el análisis de la red semántica, posteriormente la ontología, ésta se centra



en los alimentos requeridos para definir los conceptos de los diferentes dominios y las relaciones entre ella.

Para la aplicación móvil se realizó una lluvia de ideas de todos los elementos relacionados con la adquisición de mercancías en el hogar cómo: listas de mandado, productos, cantidades, costo de los productos, proveedores, métodos de pago, entre otras cosas, a partir de esta información se realizó un filtro para crear los módulos de la aplicación.

La aplicación móvil comprende los siguientes módulos: mi despensa, ver interior del refrigerador, lista de mandado, compras, métodos de pago, favoritos y recetas, además de contar con un registro para tener un control de usuarios se designa un usuario administrador que es el que tiene los privilegios para realizar los pagos, además de poder asignarle permisos a otros usuarios para realizar ciertas tareas dentro de la aplicación, principalmente se crea una lista de mandado de los productos que se quieren adquirir, para posteriormente hacer el pedido con el proveedor favorito, se paga el pedido y se confirma de recibido por parte del proveedor, solo hay que esperar a que el pedido sea entregado.

Para el análisis y diseño de la red semántica de nutrición se contempla, que el usuario se registre en la plataforma y por lo consiguiente se genera un expediente, en este último se registra el cuestionario médico aplicado al usuario con los datos cómo, peso inicial, final, medida de la cintura e índice de masa corporal, se seleccionan el tipo de plan alimenticio que el usuario necesita de acuerdo a calorías y porciones, carbohidratos, lípidos, minerales, vitaminas, con la aplicación se dan permisos a los usuarios además pueden agendar recordatorio de citas, el usuario registra los datos generales nombre, edad, género, medidas corporales, pierna, brazo y cintura, crea listas de mandado y genera pedidos se envían al proveedor el cual surte el pedido que es recibido por el usuario, con el módulo de nutrición se selecciona el plan alimenticio de acuerdo a las calorías, como se muestra en la Figura 1.



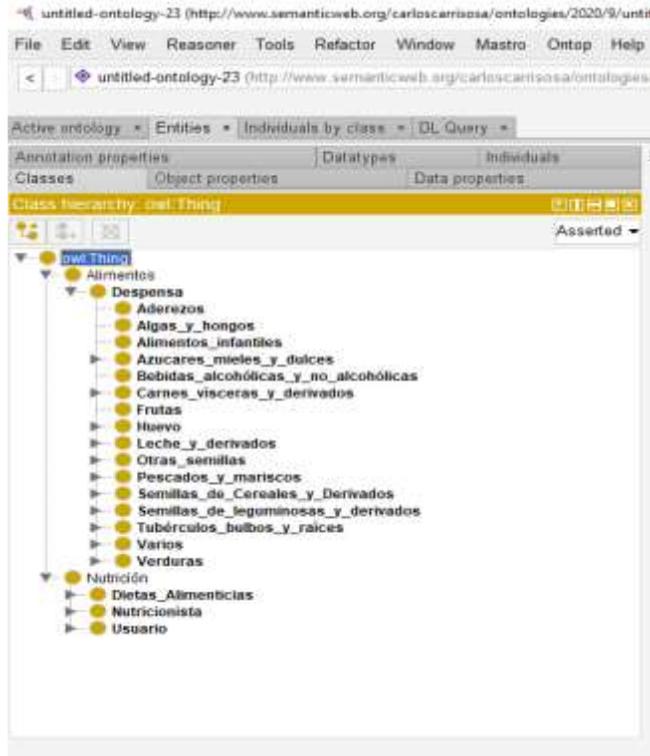


Figura 2. Ontología de Alimentos y Nutrición

Para tener un seguimiento de dieta se desarrolló un módulo denominado nutrición, para dispositivos móviles, dicha aplicación permite al usuario llevar un registro de los alimentos de su hogar, lo que le permite tener un control de lo que consume, dado que dichos registros cuentan con información como la fecha de caducidad del alimento, las calorías, la cantidad, etc.

Con el análisis e identificación de roles de usuario se determina qué tipos de usuarios y la asignación de permisos que deben tener cada uno de ellos.

Las funciones que pueden hacer los usuarios dentro del sistema, son definidos con los diagramas de casos de uso, por ejemplo, los casos de uso de administrador, usuario y proveedor, como se muestra en las Figuras 3 a 5.

Caso de uso Administrador, se observa en forma de diagrama la interacción del administrador con el sistema tanto interno como externo, el sistema interno (Aplicación EInt) está delimitado por el recuadro con título “Aplicación Android”, el sistema externo comprende todas las acciones que se realizan fuera de la aplicación (En el diagrama



El usuario proveedor tiene funciones exclusivas a las que solo él puede acceder. Sin embargo, carece de las interacciones que los otros tipos de usuario realizan. Esto debido a que este usuario cumple otro rol en la aplicación Eint, cómo se muestra en la Figura 5.



Figura 5: Casos de uso Proveedor

El diseño de diagramas de secuencia para ver cómo los objetos y los componentes interactúan entre sí, para completar el proceso que se está realizando, cómo se observa en las Figuras 6 a 12.

La secuencia Administrador, se puede ver que el usuario accede al sistema, verificando el usuario y contraseña en la base de datos, si es correcto continúa con la secuencia 6 y 9 que muestra la alta y baja de alimentos del refrigerador, y la en el punto 12 se describe el proceso para ver los insumos en la base de datos el resultado que devuelve es la lista de productos que hay en existencia, como se muestra en la Figura 6.



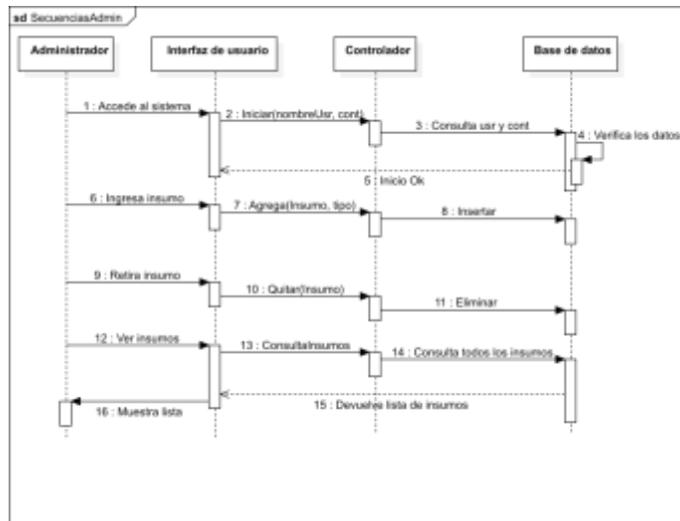


Figura 6. Diagrama de secuencia administrador.

Diagrama del Usuario en esta secuencia se contemplan medios externos (refrigerador y/o alacena) en la secuencia 1 ingresa alimento al sistema, en la 4 se extrae alimentos todo esto sucede fuera de la aplicación, con los sensores y cámara conectados al refrigerador y el sistema de visión identificando las entradas y salidas y en la última secuencia se solicita ver la cámara interna del refrigerador, como se muestra en la Figura 7.

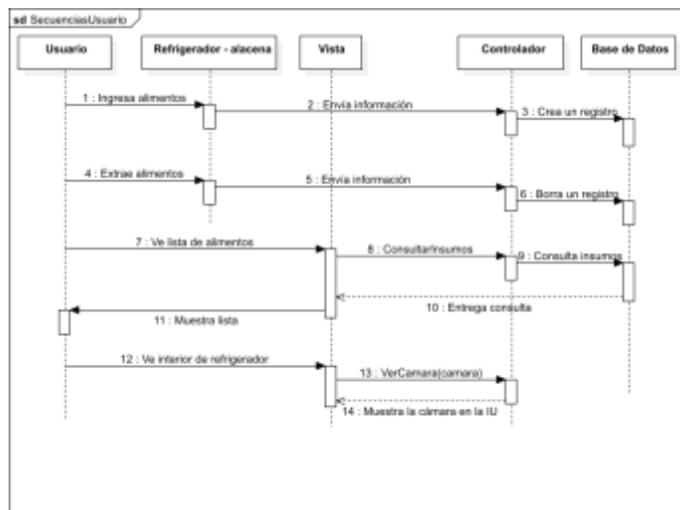


Figura 7. Diagrama de secuencia usuario.



Diagrama de secuencia del proveedor. En la primera secuencia se observan los pasos que se requieren para que el proveedor pueda ver un pedido de cumplir con la demanda, el proveedor puede confirmar el pedido mediante otra solicitud a la interfaz, o bien puede borrar el pedido. Las demás secuencias (que comienzan en 12, 15 y 18) muestran otras interacciones del proveedor cómo ver el historial de pedidos, consultar el inventario y ver los clientes, como se muestra en la Figura 8.

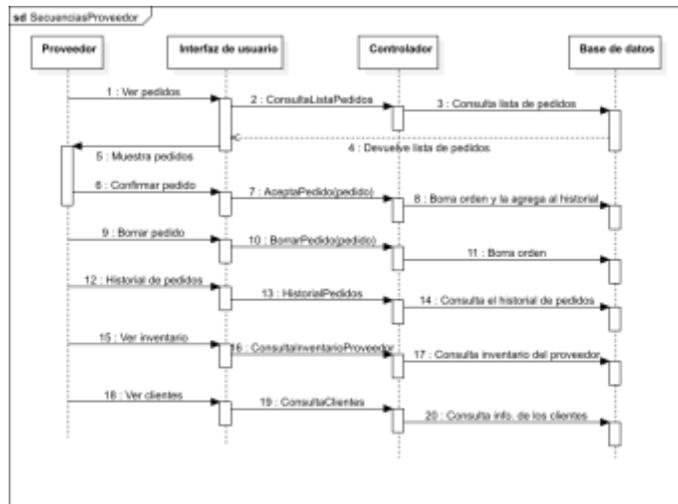


Figura 8. Diagrama de secuencia proveedor.

Diagrama de secuencia de ajustes, el diagrama describe las secuencias que se llevan a cabo para que el administrador gestione los permisos a los demás usuarios. Se comienza desde una solicitud del usuario a la interfaz para mostrar los ajustes, en el punto 3 se solicita desplegar una lista de usuarios, lo que requiere llegar hasta la base de datos y después devolverlos a la interfaz, una vez que se muestran los usuarios, el administrador puede agregar nuevos, borrarlos o cambiarles los permisos. En la secuencia de los permisos (14) esta requiere de una segunda consulta a la base de datos para que la interfaz reciba los permisos del usuario seleccionado, una vez obtenidos, el administrador puede agregar uno nuevo o quitar uno existente, como se muestra en la Figura 9.



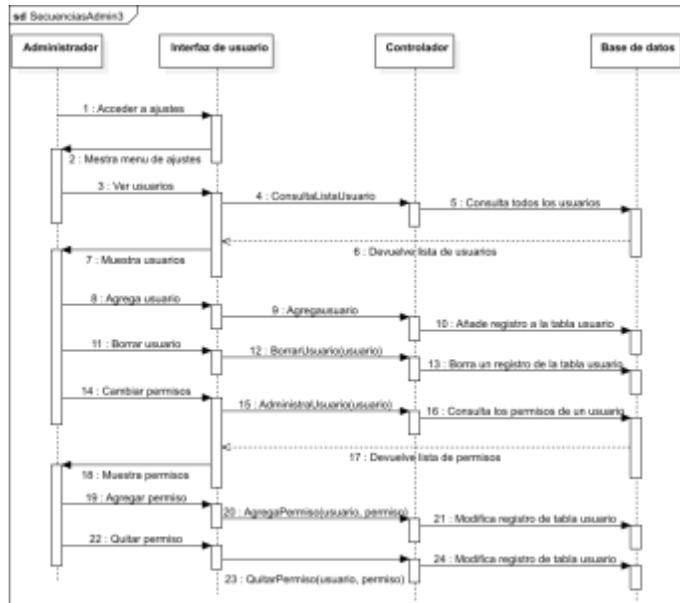


Figura 9. Diagrama de secuencia permisos.

Diagrama de secuencia cambio de contraseña, El administrador ingresa al sistema, solicita cambio de contraseña, el sistema solicita contraseña actual y contraseña nueva, verifica en la base de datos que sean correctos de no ser así envía error y solicita nuevamente los datos, si es correcto hace el cambio de contraseña y la registra en la base de datos.

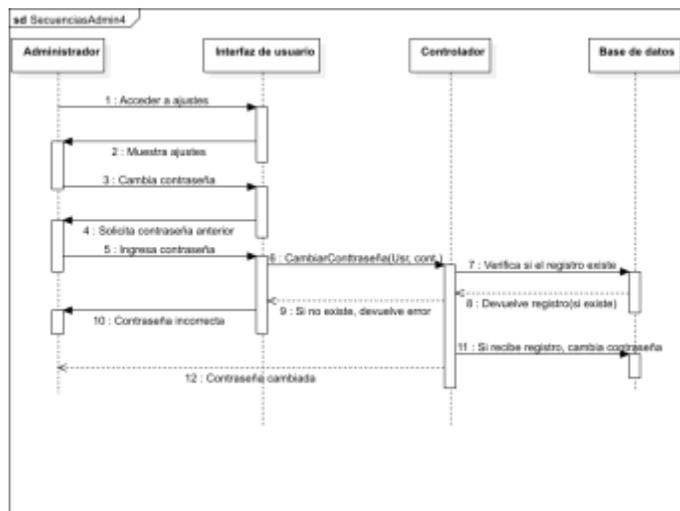


Figura 10. Diagrama de secuencia cambio de contraseña.



El diagrama de recuperación de contraseña, el administrador solicita recuperar contraseña, el sistema solicitará correo electrónico para enviar la nueva contraseña, cuando sea otorgado será enviado al controlador que se encargará de validar si existe, si no existe mandará un mensaje de que el correo no existe, en caso contrario, continúa a la secuencia (11) donde se le pedirá al usuario que ingrese el código de confirmación que se envió al correo, se valida si este es correcto, si lo es se solicitará que se ingrese la nueva contraseña y el controlador la guardará en la base de datos, como se muestra en la Figura 11.

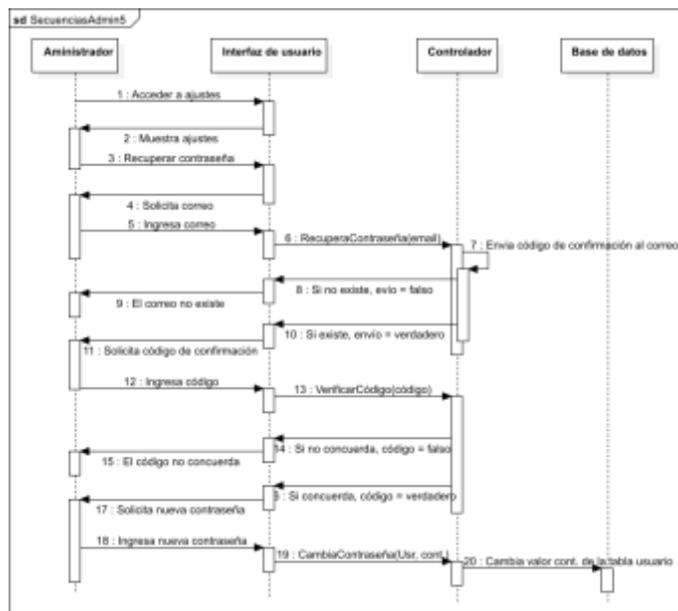


Figura 11. Diagrama de secuencia recuperar contraseña.

Diagrama Recetas. La secuencia 1, muestra los pasos que se llevan a cabo en la aplicación para que el usuario pueda ver las recetas, la base de datos devuelve la lista de recetas, a partir de aquí (5) el usuario puede escoger una de las recetas que se le despliegan; independientemente de cuál seleccione, se procede con la secuencia (6) se consulta la receta seleccionada la cual puede ser modificada o eliminada, adicionalmente se cuenta con la secuencia (17) en donde el usuario puede agregar una nueva receta, como se muestra en la Figura 12.



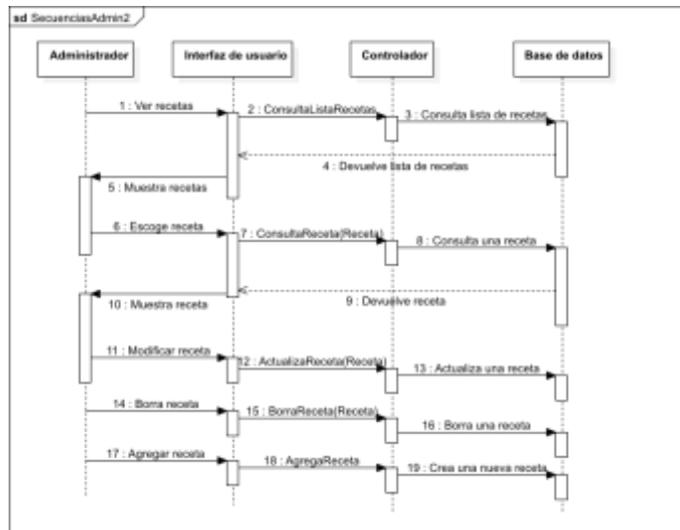


Figura 12. Diagrama de secuencia recetas

Una vez bien definidos todos los casos de usos y los diagramas de secuencia se prosigue con el diseño del modelo entidad relación, la base de datos cuenta con 15 tablas relacionadas, en sus campos cuenta con 5 de los 6 tipos de datos permitidos por SQLite. Dentro se almacena la información de la aplicación de manera local, es decir, en el dispositivo inteligente, en el caso de las imágenes, por cuestiones de rendimiento, se evitó manejar el tipo de dato Blob; en su lugar se toma la ruta de la imagen como valor de texto. Se prosiguió con el análisis de motor de base de datos, la cual contiene 15 tablas y las relaciones que tienen entre ellas. La estructura de la base de datos se muestra en la Figura 13.



compra del producto, que se hace a través del pedido mediante un método de pago del cliente que le genera ingresos al proveedor.

También se realizó el diseño del modelo del sistema el cual describe el funcionamiento de cómo el usuario utiliza un dispositivo inteligente (Tablet), para acceder al sistema y obtener la información sobre los productos en el refrigerador, una vez realizado este proceso el dispositivo denominado Raspberry Pi [51] (módulo sensores) genera los elementos de información de captura (alimentos) de dos formas, primero almacenado en una base de datos que se encuentra alojada en la nube, segundo, dispositivo Raspberry Pi [51] envía los datos al agente de nutrición o agente de visión, para su identificación, estos datos son clasificados por medio de red neuronal, y finalmente el módulo de control de alimentos es responsable de mantener los alimentos en la despensa con los requerimientos que genera el agente nutricional, para este proceso se genera una lista, de manera que en la siguiente tarea realizar la compra y pago, después de todo este proceso la Raspberry Pi [51] devuelve la información a la base de datos, cómo se muestra en la Figura 14.

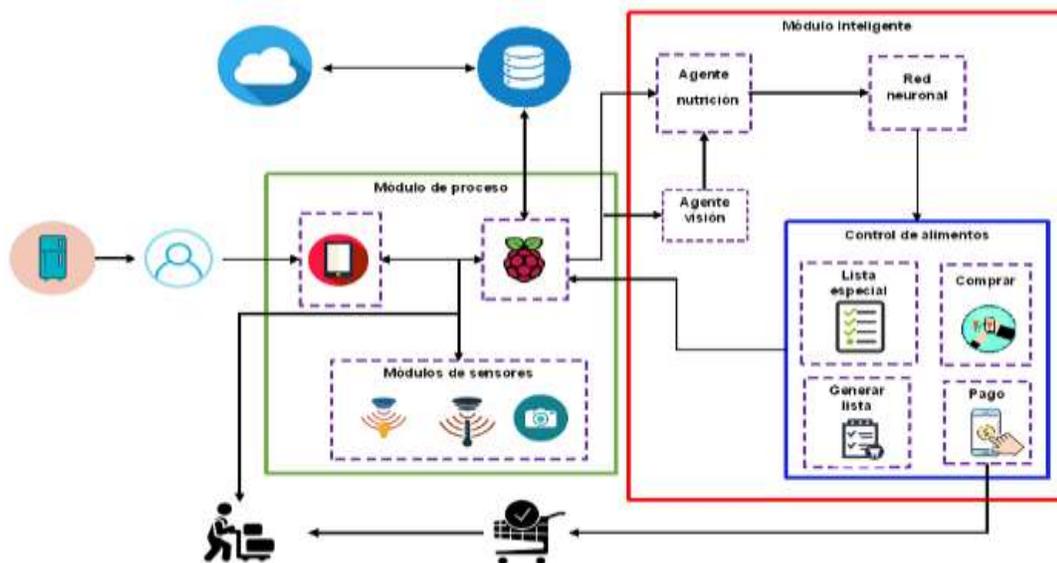


Figura 14. Modelo de arquitectura del sistema



Teniendo toda la estructura bien definida se programa la base de datos, continuando con el desarrollo de la aplicación, cómo en todo desarrollo se realizan pruebas preliminares el número de veces que sea necesario, en caso de encontrar error se aplica reingeniería, cuando el sistema sea estable se libera la versión final.

Se presenta el desarrollo de un sistema con un módulo nutricional inteligente, utilizando un agente llamado nutrición, tendrá objetivos y tareas a cumplir, y planificar los planes alimenticios, peso, índice de masa corporal, además de crear listas de productos no sólo los incluidos en su dieta, sino también los productos para el hogar para los miembros de la familia que no estén en una dieta para bajar de peso y posteriormente realizar la compra desde la aplicación móvil, así sería sustituida la lista de mandado en papel por una lista digital, se realizará el análisis de la red semántica, posteriormente la ontología, se basa en el paradigma de agentes inteligentes, para su desarrollo, la ontología realizada se centra en los alimentos requeridos para definir los conceptos de los diferentes dominios y las relaciones entre ella.

La desarrollo de este proyecto se realiza de la siguiente manera:

El usuario desde su casa toma el dispositivo inteligente empotrado en su refrigerador, revisa la lista de los productos que necesita, de ser necesario agrega otros que no se encuentren en la lista, después de revisar la lista realiza un pedido y a su vez hace el pago correspondiente al pedido, confirma el pedido y este es enviado al proveedor (La Cosecha), La Cosecha recibe el pedido, revisa la lista de los productos a surtir, en este punto puede hacer dos cosas la primera es confirmar el pedido, la segunda es enviar un mensaje al cliente/usuario para cambiar uno o varios productos ya sea porque no cuenta con el(ellos) o no cuenta con la cantidad exacta o quiere cambiarlo(s) por un producto similar, por ejemplo si el usuario pide "5 manzanas rojas", pero resulta que el proveedor no cuenta con "manzanas rojas", puede ofrecer "manzanas verdes", depende de la respuesta del cliente/usuario actualiza el pedido y lo confirma, envía un aviso al cliente con el tiempo estimado para recibir su pedido, el cliente al recibir su pedido actualiza el sistema con los productos nuevos.



Cada vez que el usuario utiliza un producto el sistema actualiza el inventario con el sistema de visión, el trabajo del agente inteligente es determinar cada consumo y notificar al usuario los productos faltantes e inclusive puede realizar los pedidos cuando el usuario lo ha autorizado.

Recursos técnicos

Lenovo Smart Tab M10 Plus, FHD 10.4 Pulgadas

o Especificaciones técnicas:

- Sistema operativo Android 4.0 en adelante
- Procesador Quad-Core de 1.2 GHz en adelante
- Almacenamiento de 16 GB en adelante
- 2 GB de RAM en adelante
- Pantalla 8 pulgadas en adelante
- Wi-Fi 802.11 a,b,g,n,ac,
- Bluetooth 5.0
- Batería Ion de Litio 2 celdas de 18.5 Vatios-hora

Raspberry Pi

o Especificaciones técnicas:

- Procesador Quad-core 1.4GHz
- RAM: 1GB
- Wi-Fi 802.11b/g/n/ac
- Bluetooth: Bluetooth 4.2
- Almacenamiento: Micro-SD
- GPIO: 40 pines
- Puertos: HDMI



Smarter FridgeCam

o Especificaciones técnicas:

- Compatibilidad: iOS y Android
- Inalámbrico: 802.11 b/g/n
- Seguridad: WPA/WPA2
- Capacidad: 1800mAH
- Potencia: 5V 2A
- Recargable: micro USB
- Requiere: 2.4ghz Frecuencia del router
- Conectividad: Conectado a las nubes



Capítulo 5. Resultados y análisis



Experimentación y pruebas

Esta sección presenta 8 escenarios los cuales fueron seleccionados al azar a partir de las simulaciones generadas por la aplicación Eint. Estos escenarios permiten obtener información a los proveedores acerca del comportamiento de compra de los clientes y a partir de ahí tomar acciones que les favorezcan para incrementar sus ventas. Además de verificar las compras que realiza el sistema para el módulo de nutrición.

En esta sección se presentan las pruebas efectuadas para la obtención de estadísticas, se realizaron 1,000 simulaciones de pedidos donde cada simulación contiene la compra de 1 a 28 productos los cuales, fueron productos básicos como carne de res, puerco o pollo, frutas y verduras, pan, leche, huevo, jugo de naranja, mayonesa, sal, azúcar, entre otros.

Los elementos que comprende la simulación se determinaron de la siguiente manera, las tiendas seleccionadas fueron, Walmart, Ley, Calimax, Florido, Bodega Aurrera, Soriana, por ser de la más conocidas, cabe mencionar que no se tiene ningún vínculo con ninguna de ellas, las cuales fueron seleccionadas al azar sin fines de lucro y solo para fines de esta investigación. También se seleccionaron 6 delegaciones, Centro, 5y10, Otay, Pinos, Sánchez Taboada, Presa, debido a que en Tijuana existe un gran número de colonias, el rango de fechas 1 de abril de 2020 y 30 de noviembre 2021, los rangos de edad entre los 23 y 50 años, los nombres se generaron aleatoriamente proporcionando algunos nombres y apellidos, estos se combinan en la simulación para completar el nombre del cliente, se seleccionaron productos básicos como frutas y verduras, carnes, huevo, leche entre otras, los precios de los productos fueron estimados lo más parecido al precio real, y por último se determinó el precio del envío en 30 pesos M.N. si el total de la cuenta es menor a 500 pesos M.N., de lo contrario el envío es gratis.

La simulación generó un archivo con formato .csv el cual contiene los siguientes datos: Fecha, Tienda, Sucursal, Género, Edad, Nombre del cliente, ID, Descripción del producto, Cantidad, Unidad, Precio, Costo de envío, Subtotal y Total. Se generaron



1000 archivos con extensión .csv que al final se unieron en uno solo para exportarlo a una hoja de cálculo de Excel en adelante Todos.xlsx, teniendo toda la información en un archivo la manipulación de la misma es más eficiente lo que llevó a contestar una serie de preguntas, como se observa en la Tabla 2, cabe mencionar que cada archivo de extensión .csv representa una orden de compra de una persona, entonces se tienen 1000 órdenes de compra que realizaron varias personas y cada una de ellas pudo realizar una o más órdenes de compra.

Tabla 2: Información estadística de compras a través del sistema inteligente

Pregunta	Respuesta
Total 2020	473
Total 2021	527
Moda hora	11:01
8:00 a 11:00	224
11:01 a 14:00	241
14:01 a 17:00	239
17:01 a 21:00	296
Compras mayores a 500	726
Compras menores a 500	274
Producto más vendido	Tortillas
Producto menos vendido	Bolillo
Cliente frecuente	Jaime Muñoz Jiménez
Cliente que más compra	Sofía García Muñoz
Cliente que menos compra	Erick Muñoz Pérez
Día de más ventas	Lunes
Días de menos venta	Viernes
Mes de más venta	Julio
Mes de menos venta	Enero
Rango de edad de compra	Mujeres de 43-47 y Hombres de 28-32
Zona geográfica principal	Pinos
Sucursal que más vende	Calimax
Sucursal que menos vende	Bodega Aurrera



Promedio de gasto	895.8814
Total, de totales:	895881.44

Por otro lado, el sistema generó un archivo que denominaremos Datos.txt en el cual se encuentran los datos siguientes: Simulaciones generadas, Precio total de ventas, Productos vendidos, Promedio de gasto por persona, Mediana, Moda, Promedio de productos por persona, Mediana de productos, como se muestra en la Tabla 3.

La mediana y la moda se obtuvieron con respecto al precio, en el caso de la moda es el valor que más se repitió, es decir 290.0, es el valor con más iteraciones y la mediana 876.4 el valor obtenido de ordenar todos los elementos, así como tomar los valores centrales y obtener la media aritmética, como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3: Datos generados por el sistema después de la simulación

Datos a obtener de la simulación	Resultado
Simulaciones generadas:	1000
Precio total de ventas:	895881.44
Productos vendidos:	14503
Promedio de gasto por persona:	895.8814
Mediana:	876.4
Moda:	290.0
Promedio de productos por persona:	14.503
Mediana de productos:	Leche

A continuación, se describen los escenarios propuestos para el desarrollo de las pruebas.

Escenario 1:

De los datos obtenidos en el archivo .csv con todas las órdenes de compra se muestra el escenario 1 que consta del número de Folio Le5y6117 correspondiente a la tienda Ley sucursal 5y10, de fecha 30 de diciembre de 2020 a las 15:03 hrs. el cliente de nombre: Juan Beltrán Flores de género masculino y de 42 años de edad adquirió 27 artículos, los cuales cuentan con su id de productos, descripción, cantidad, unidad, precio, se observa los productos solicitados fueron: Fríjol 1 Kg. con un precio de 50



pesos M.N., Refresco 1 L. 30 pesos M.N., Tomate 1 Kg. 26 pesos M.N., Cebolla 1 Kg. 27 pesos M.N., Agua embotellada 2 L. 36 pesos M.N., Milanesa 500 g. 57.5 pesos M.N., Jugo de naranja 700 ml. 34.3 pesos M.N., Pan de molde 250 g. 30 pesos M.N., Tortillas 2 Kg. 36 pesos M.N., Manzana 1 Kg. 45 pesos M.N., Uvas 500 g. 25 pesos M.N., Chile 500 g. 27.5 pesos M.N., Plátano 2 Kg. 56 pesos M.N., Arroz 2 Kg. 26 pesos M.N., Azúcar 2 Kg. 62 pesos M.N., Aceite de cocina 3 L. 99 pesos M.N., Avena 2 Kg. 60 pesos M.N., Chuleta 1 Kg. 130 pesos M.N., Lenteja 2 Kg. 60 pesos M.N., Limón 3 Kg. 90 pesos M.N., Pollo 500 g. 20 pesos M.N., Bolillo 30 pzas. 180 pesos M.N., Leche 3 L. 66 pesos M.N., Pasta 200 grs. 4 pesos M.N., Jamaica 250 g. 50 pesos M.N., Huevo 12 pzas. 24 pesos M.N., Sal 200 g. 3.2, el costo de envío fue de 0.00 pesos M.N., debido a que el pedido es mayor a 500.00 pesos M.N., el total de esta compra fue de 1354.5 cómo se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4: Pedido con número de folio Le5y6117

Folio Le5y6117				
		30/12/2020 3:03:16 p. m.		
Ley	5y10			
Género	M	Edad:	42	
Folio:	Le5y6117	Juan Beltrán Flores		
Id	Nombre	Cant	unidad	Precio
0	Frijol	1	Kg.	50
1	Refresco	1	L.	30
2	Tomate	1	Kg.	26
3	Cebolla	1	Kg.	27
4	Agua embotellada	2	L.	36
5	Milanesa	500	g.	57.5
6	Jugo de naranja	700	ml.	34.3
7	Pan de molde	250	g.	30
9	Tortillas	2	Kg.	36
10	Manzana	1	Kg.	45
11	Uvas	500	g.	25
12	Chile	500	g.	27.5



13	Plátano	2	Kg.	56
14	Arroz	2	Kg.	26
15	Azúcar	2	Kg.	62
16	Aceite de cocina	3	L.	99
17	Avena	2	Kg.	60
18	Chuleta	1	Kg.	130
19	Lenteja	2	Kg.	60
20	Limón	3	Kg.	90
21	Pollo	500	g.	20
22	Bolillo	30	pzas.	180
23	Leche	3	L.	66
24	Pasta	200	g.	4
25	Jamaica	250	g.	50
26	Huevo	12	pzas.	24
27	Sal	200	g.	3.2
		total, de artículos:		27
		Envío:		0
		Total, sin Envío:		1355
		Total:		1355

Escenario 2:

A continuación, se presenta un pedido realizado a la tienda Calimax sucursal Otay, la cual se seleccionó por ser la sucursal con más ventas, este comprobante de compra se realizó el día 17 de julio de 2021 a las 16:54 horas, La cliente Claudia García Jiménez de género femenino y de 35 años de edad, el folio CaOt8245 contiene los siguientes productos Cebolla 500 g. 13.5 pesos M.N., Jugo de naranja 1 L. 49 pesos M.N., Mayonesa 200 g. 41 pesos M.N., Manzana 3 Kg. 135 pesos M.N., Chile 1 Kg. 55 pesos M.N., Avena 2 Kg. 60 pesos M.N., Chuleta 2 Kg. 260 pesos M.N., Pollo 3 Kg. 120 pesos M.N., Bolillo 12 pzas. 72 pesos M.N., Pasta 500 g. 10 pesos M.N., Sal 200



g. 3.2, fueron un total de 11 artículos, el costo de envío fue de 0.00 pesos M.N., el total de esta compra fue de 818.7. Cómo se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5: Pedido con número de folio CaOt8245

Folio CaOt8245				
		17/07/2021 16:54		
Calimax	Otay			
Género	F	Edad:	35	
Folio:	CaOt8245	Claudia García Jiménez		
Id	Nombre	cant	unidad	Precio
2	Cebolla	500	g.	13.5
6	Jugo de naranja	1	L.	49
8	Mayonesa	200	g.	41
10	Manzana	3	Kg.	135
12	Chile	1	Kg.	55
17	Avena	2	Kg.	60
18	Chuleta	2	Kg.	260
21	Pollo	3	Kg.	120
22	Bolillo	12	pzas.	72
24	Pasta	500	g.	10
27	Sal	200	g.	3.2
		total, de artículos:		11
		Envío:		0
		Total, sin Envío:		818.7
		Total:		818.7

Escenario 3:

El pedido realizado a la tienda Bodega Aurrera sucursal 5 y 10, la cual se seleccionó por ser la sucursal con menos ventas, este pedido se realizó el día 11 de febrero de 2021 a las 16:55 horas, el cliente Jaime Flores Pérez de 44 años y de género masculino, el Folio Bo5y8006 contiene los siguientes productos: Cebolla 500 g. 13.5



pesos M.N., Arroz 2 Kg. 26 pesos M.N., Avena 3 Kg. 90 pesos M.N. y Lentejas 500 g. 15 pesos M.N. 4 artículos en total, 144.5 pesos M.N. en total más 30 pesos M.N. de envío toda vez que el pedido no supera los 500 pesos M.N., con un total de 174.5 pesos M.N. Cómo se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6: pedido con número de folio Bo5y8006.

Folio Bo5y8006				
		11/02/2021 16:55		
Bodega Aurrera	5y10			
Género	M	Edad:	44	
Folio:	Bo5y8006	Jaime Flores Pérez		
Id	Nombre	Cant	Unidad	Precio
2	Cebolla	500	g.	13.5
13	Arroz	2	Kg.	26
17	Avena	3	Kg.	90
19	Lenteja	500	g.	15
		Total, de artículos:		4
		Envío:		30
		Total, sin Envío:		144.5
		Total:		174.5

Escenario 4:

Los resultados obtenidos del conjunto de pedidos se obtuvo el cliente frecuente, el cual se presenta en este escenario, el pedido fue realizado el día 18 de junio de 2020 a las 12:44 horas, el cliente Jaime Muñoz Jiménez de 45 años de edad y género masculino, ordenó en la tienda Florido sucursal Otay, Refresco 2 Lts. 60 pesos M.N., Cebolla 3 Kgs. 81 pesos M.N., Agua embotellada 1 Lts. 18 pesos M.N., Milanesa 1 Kg. 115 pesos M.N., Jugo de naranja 2 Lts. 98 pesos M.N., Pan de molde 150 g. 30 pesos M.N., Mayonesa 150 grs. 41 pesos M.N., Manzana 1 Kg. 45 pesos M.N., Uvas 500 grs. 25 pesos M.N., Plátano 1 Kg. 28 pesos M.N., Arroz 3 Kg. 39 pesos M.N., Aceite de cocina 1 L. 33 pesos M.N., Avena 500 grs. 15 pesos M.N., Chuleta 500 grs. 65



pesos M.N., Lenteja 1 Kg. 30 pesos M.N., Limón 500 grs. 15 pesos M.N., Bolillo 30 pzas. 180 pesos M.N., Leche 3 Lt. 66 pesos M.N., Pasta 150 grs. 3 pesos M.N., Huevo 30 pzas. 60 pesos M.N., Sal 150 grs. 2.4 pesos M.N. El costo de envío fue de 0 pesos M.N., total sin envío 1049 y total 1049. Como se puede observar en la Tabla 7.

Tabla 7: Pedido con número de folio FIOt5433.

Folio FIOt5433				
		18/06/2020 12:44		
Florido	Otay			
Género	M	Edad: 45		
Folio:	FIOt5433	Jaime Muñoz Jiménez		
Id	Nombre	cant	unidad	Precio
1	Refresco	2	L.	60
2	Cebolla	3	Kg.	81
4	Agua embotellada	1	L.	18
5	Milanesa	1	Kg.	115
6	Jugo de naranja	2	L.	98
7	Pan de molde	150	g.	30
8	Mayonesa	150	g.	41
10	Manzana	1	Kg.	45
11	Uvas	500	g.	25
13	Plátano	1	Kg.	28
14	Arroz	3	Kg.	39
16	Aceite de cocina	1	L.	33
17	Avena	500	g.	15
18	Chuleta	500	g.	65
19	Lenteja	1	Kg.	30
20	Limón	500	g.	15
22	Bolillo	30	pzas.	180
23	Leche	3	L.	66
24	Pasta	150	g.	3
26	Huevo	30	pzas.	60



27	Sal	150	g.	2.4
		Total, de artículos:		21
		Envío:		0
		Total, sin Envío:		1049
		Total:		1049

Escenario 5:

A continuación, se muestra el resultado del cliente que más compra, se determinó de acuerdo a la suma de los pedidos hechos por cada cliente, siendo Sofía García Muñoz de 44 años de edad y género femenino quien gasto más, en total, 7581.10 pesos M.N., el comprobante que se presenta corresponde a una de las órdenes de compra que realizó en la tienda Florido sucursal 5 y 10, los productos adquiridos fueron: Frijol, 3 Kg. 150 pesos M.N., Refresco 1 L. 30 pesos M.N., Cebolla 2 Kg. 54 pesos M.N., Tomate 2 Kg. 52 pesos M.N., Agua embotellada 3 L. 54 pesos M.N., Milanesa 3 Kg. 345 pesos M.N., Jugo de naranja 3 L. 147 pesos M.N., Mayonesa 250 g. 41 pesos M.N., Pan de molde 250 grs. 30 pesos M.N., Tortillas 2 Kg. 36 pesos M.N., Manzana 1 Kg. 45 pesos M.N., Uvas 3 Kg. 150 pesos M.N., Chile, 500 grs. 27.5 pesos M.N., Plátano 1 Kg. 28 pesos M.N., Arroz 1 Kg. 13 pesos M.N., Azúcar 1 Kg. 31 pesos M.N., Aceite de cocina 500 ml. 16.5 pesos M.N., Avena 500 grs. 15 pesos M.N., Chuleta 500 grs. 65 pesos M.N., Lenteja 500 grs. 15 pesos M.N., Pollo 1 Kg. 40 pesos M.N., Limón 2 Kg. 60 pesos M.N., Bolillo 30 pzas. 180 pesos M.N., Leche 700 ml. 15.4 pesos M.N., Pasta 500 grs. 10 pesos M.N., Jamaica 500 grs. 100 pesos M.N., Huevo 30 pzas. 60 pesos M.N., Sal 150 grs. 2.4 pesos M.N., total de artículos: 28, Envío: 0 pesos M.N. y total 1813 pesos M.N. como se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8: Pedido con número de folio F15y3128.

Folio F15y3128	
	20/05/2020 14:16
Florido	5y10
Género	F Edad: 44



Folio:		Sofía García Muñoz		
FI5y3128				
Id	Nombre	cant	unidad	precio
0	Frijol	3	Kg.	150
1	Refresco	1	L.	30
2	Cebolla	2	Kg.	54
3	Tomate	2	Kg.	52
4	Agua embotellada	3	L.	54
5	Milanesa	3	Kg.	345
6	Jugo de naranja	3	L.	147
7	Mayonesa	250	g.	41
8	Pan de molde	250	g.	30
9	Tortillas	2	Kg.	36
10	Manzana	1	Kg.	45
11	Uvas	3	Kg.	150
12	Chile	500	g.	27.5
13	Plátano	1	Kg.	28
14	Arroz	1	Kg.	13
15	Azúcar	1	Kg.	31
16	Aceite de cocina	500	ml.	16.5
17	Avena	500	g.	15
18	Chuleta	500	g.	65
19	Lenteja	500	g.	15
20	Pollo	1	Kg.	40
21	Limón	2	Kg.	60
22	Bolillo	30	pzas.	180
23	Leche	700	ml.	15.4
24	Pasta	500	g.	10
25	Jamaica	500	g.	100
26	Huevo	30	pzas.	60
27	Sal	150	g.	2.4
		Total, de artículos:		28
		Envío:		0



		Total, sin Envío:	1813
		Total:	1813

Escenario 6

En este caso, se presenta el cliente que menos compra, el pedido se realizó el día 14 de noviembre 2021 a las 19:04 horas, el cliente de nombre Erick Muñoz Pérez de 29 años y género masculino, quien fue el cliente que gasto menos, el comprobante que se presenta corresponde a la tienda Calimax en la sucursal Sánchez Taboada con número de folio CaSa2327, los productos comprados fueron, Tomate 500 grs. 13 pesos M.N., el costo de envío fue de 30 pesos M.N., en total 43 pesos M.N., como se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9: Pedido con número de folio CaSa2327.

Folio CaSa2327				
		14/11/2021 19:04		
Calimax	Sánchez Taboada			
Género		Edad:	29	
Folio:	CaSa2327	Erick Muñoz Pérez		
Id	Nombre	cantidad	unidad	Precio
3	Tomate	500	g.	13
		Total, de artículos:		1
		Envío:		30
		Total, sin Envío:		13
		Total:		43

Escenario 7

Se realizó la consulta para determinar cuál es la sucursal que tuvo el mayor ingreso de todas, el resultado se obtuvo de la suma de todos los comprobantes de cada



sucursal, es decir, todas las ventas de Calimax independientemente de la sucursal se sumaron para obtener el total de totales, de la misma manera con las demás tiendas.

La tienda con más ventas es Calimax y la de menos ventas es Bodega Aurrera, a continuación, se presentan los totales de cada tienda, como se observa en la Tabla 10.

Tabla 10: Total de totales de cada tienda

Tienda	Ventas totales	Numero de Órdenes de compra
Ley	\$147,835.40	160
Calimax	\$162,449.40	187
Florido	\$141,855.80	163
Bodega Aurrera	\$140,003.20	157
Soriana	\$154,604.10	168
Walmart	\$149,133.90	165

Escenario 8:

Se presenta este escenario para verificar que el sistema pueda realizar compras de acuerdo a un plan nutricional indicado en el sistema a través del módulo de nutrición por el/la usuario/a, que para este caso corresponde a la cliente: Claudia Rodríguez Pérez de 37 años de edad y de género femenino quien realizó la orden de compra con folio F15y2286 en fecha 24/02/2021 a las 12:47 hrs en la tienda Florido sucursal 5 y 10, los productos adquiridos fueron: Fríjol, 2 Kg. 100 pesos M.N., Tomate, 1 Kg. 26 pesos M.N., Agua embotellada 1 L. 18 pesos M.N., Milanesa 500 grs. 57.5 pesos M.N., Jugo de naranja 2 L. 98 pesos M.N., Mayonesa 200 g. 41 pesos M.N., Pan de molde 200 grs. 30 pesos M.N., Manzana 3 Kg. 135 pesos M.N., Uvas 1 Kg. 50 pesos M.N., Chile, 3 Kg. 165 pesos M.N., Arroz 2 Kg. 26 pesos M.N., Azúcar 1 Kg. 31 pesos M.N., Aceite de cocina 500 ml. 16.5 pesos M.N., Avena 500 grs. 15 pesos M.N., Chuleta 500 grs. 65 pesos M.N., Lenteja 1 Kg. 30 pesos M.N., Pollo 500 grs. 20 pesos M.N., Bolillo 30 pzas. 180 pesos M.N., Leche 3 L. 66 pesos M.N., Pasta 500 grs. 10 pesos M.N., Jamaica 150 grs. 30 pesos M.N., Huevo 30 pzas. 60 pesos M.N., Sal 250 grs. 4 pesos



M.N., total de artículos fue de 23, el costo de envío 0 pesos M.N. y el total 1274 pesos M.N. como se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11: Pedido con número de folio F15y2286.

Folio F15y2286				
			24/02/2021 12:47	
Florido		5y10		
Género		F		Edad: 37
Folio:		F15y2286		Claudia Rodríguez Pérez
Id	Nombre	cant	unidad	precio
0	Fríjol	2	Kg.	100
3	Tomate	1	Kg.	26
4	Agua embotellada	1	L.	18
5	Milanesa	500	g.	57.5
6	Jugo de naranja	2	L.	98
7	Mayonesa	200	g.	41
8	Pan de molde	200	g.	30
10	Manzana	3	Kg.	135
11	Uvas	1	Kg.	50
12	Chile	3	Kg.	165
13	Arroz	2	Kg.	26
15	Azúcar	1	Kg.	31
16	Aceite de cocina	500	ml.	16.5
17	Avena	500	g.	15
18	Chuleta	500	g.	65
19	Lenteja	1	Kg.	30
21	Pollo	500	g.	20
22	Bolillo	30	pzas.	180
23	Leche	3	L.	66
24	Pasta	500	g.	10
25	Jamaica	150	g.	30
26	Huevo	30	pzas.	60



27	Sal	250	g.	4
		Total, de artículos:		23
		Envío:		0
		Total, sin Envío:		1274
		Total:		1274

El producto más vendido se determinó sumando los productos de todos los pedidos, es decir, si en un pedido se vendió 1 kg. de tortilla se va sumando a otro pedido donde aparezca la venta de tortilla, y de la misma manera para todos los demás productos. Se consideró que los productos que se miden en litros y kilos son equivalentes y para los productos como el bolillo y el huevo que se miden en piezas se definió que el bolillo tiene un peso de 100 grs cada pieza, entonces, si 1 bolillo es igual a 100 grs, 10 bolillos son igual a 1 kg, 10482 bolillos ¿cuántos kilos son?, el resultado se obtiene de dividir 10482 entre 10 y el resultado es 1048.2, el huevo tiene un peso aproximado de 63 g. por lo que 1 kilo de huevo es equivalente a 15.87 huevos, ¿Cuántos kilos de huevo se vendieron?, siendo 10542 piezas las que se vendieron, el resultado se obtuvo de dividir 10542 entre 15.87 dando un total de 664.27 kilos, el producto más vendido es el bolillo y el menos vendido es la Pasta, como se muestra en la Tabla 12.

Tabla 12: Total de ventas de cada producto

Producto	Total, de ventas
Fríjol	865.5 kg
Refresco	750.2 Lts
Cebolla	846.5 kgs
Tomate	815 kgs
Agua embotellada	761 Lts
Milanesa	873.5 kgs
Jugo de naranja	742.1 Lts
Mayonesa	152.25 kgs
Pan de molde	147.85 kgs
Tortillas	1019 kgs
Manzana	877 kgs



Uvas	845.5 kgs
Chile	857 kgs
Plátano	849 kgs
Arroz	833 kgs
Azúcar	908.5 kgs
Aceite de cocina	719 lts
Avena	902 kgs
Chuleta	842 kgs
Lenteja	852.5 kgs
Pollo	878 kgs
Limón	844 kgs
Bolillo	1048.20 kgs
Leche	732.9 lts
Pasta	135.45 kgs
Jamaica	143.65 kgs
Huevo	664.14 kgs
Sal	144.6 kgs

De igual manera, se realizó la consulta para saber en qué día hay más ventas sin tomar en cuenta el total de la compra, sino el número de pedidos. El método utilizado consiste en, por medio de la fórmula obtener el día correspondiente a las fechas, por ejemplo, si un pedido se realizó la fecha 23/08/2021, se obtiene el día con la fórmula de Excel =TEXTO(A:A,"ddddddd") el resultado de esta fórmula arroja "lunes" por lo tanto, ese pedido se realizó en día lunes, se cuentan todos los días que corresponden al día lunes, cuántos al día martes y así sucesivamente, como se observa en la Tabla 13.



El día con más ventas es el día lunes y el día con menos ventas es el viernes.

Tabla 13: total de ventas por días

Día	Total
Lunes	171
Martes	144
Miércoles	137
Jueves	149
Viernes	129
Sábado	140
Domingo	130

También se realizó una consulta para saber cuál es el mes en que se realizaron más ventas y cuál es el mes en que se hicieron menos ventas. El método utilizado es el mismo con el que se obtuvo el día solo se modifica un poco la fórmula, poniendo el mismo ejemplo anterior, si un pedido se realizó la fecha 23/08/2021, se obtiene el mes con la fórmula de Excel =TEXTO(A:A,"mmmmmmmm") el resultado de esta fórmula arroja "agosto" por lo tanto, ese pedido se realizó en el mes de agosto, se cuentan todos los meses que corresponden al mes de agosto, cuántos al mes de septiembre y así sucesivamente, como se observa en la Tabla 14.

El mes con más ventas es el mes de julio y el mes con menos ventas es enero.

Tabla 14: total de ventas por meses

Mes	Total
Enero	24
Febrero	49
Marzo	53
Abril	93
Mayo	115
Junio	112
Julio	125



Agosto	99
Septiembre	104
Octubre	97
Noviembre	97
Diciembre	25

A partir de este punto se muestran las gráficas de los resultados obtenidos de las simulaciones generadas por el sistema. Las ventas totales de los años 2020 y 2021, en los cuales se tuvieron 473 y 527 pedidos respectivamente correspondientes al 47 y 53 por ciento, como se muestra en la Figura 15.

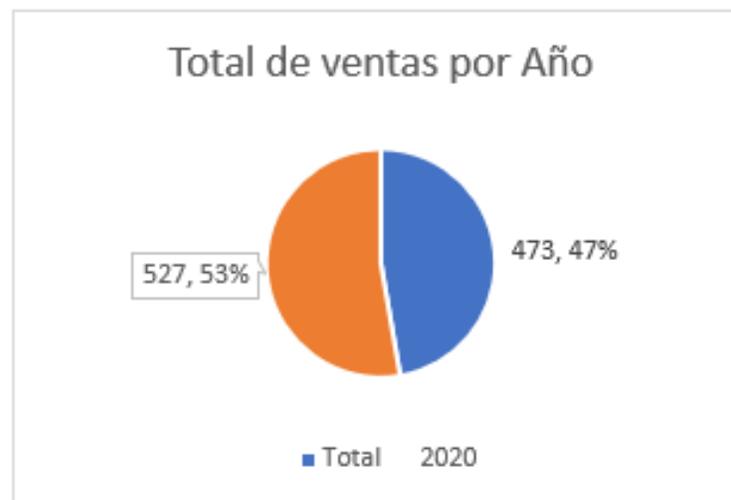


Figura 15: Total de ventas por Año

En concordancia con el análisis se obtuvieron los rangos de hora más frecuentes, para conocer en qué rango de hora se realizan más pedidos, esta información le sirve al proveedor para realizar acciones que puedan ayudar a incrementar sus ventas, como ofertas, subir precio de productos durante ese trayecto de tiempo, etc., como se muestra en la Figura 16.

Siendo en el rango de hora 17:01 a 21:00 hrs., donde se contabilizaron más visitas dando como un total de 296 pedidos.



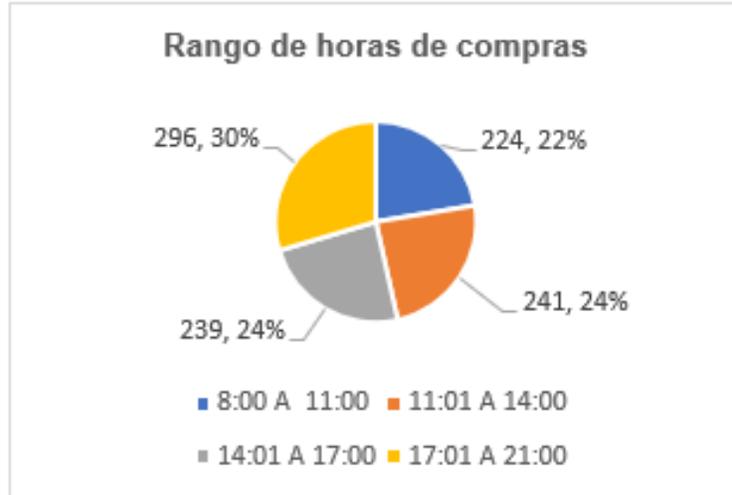


Figura 16: Rango de horas de compras

Por otra parte, se obtiene el número de pedidos en los cuales el total de la compra fue menor a \$500.00 pesos M.N. y mayor a \$500.00 pesos M.N., para determinar cuántas ventas se realizaron con cargo de \$30.00 pesos M.N. por envío y cuántos no se les cobró envío, como se muestra en la Figura 17.



Figura 17: Total de pedidos mayores o menores a \$500 Pesos M.N.

Para determinar cuál es el producto más vendido, así como el menos vendido, se observa que el bolillo es el producto más vendido y la pasta el producto menos vendido, como se muestra en la Figura 18.



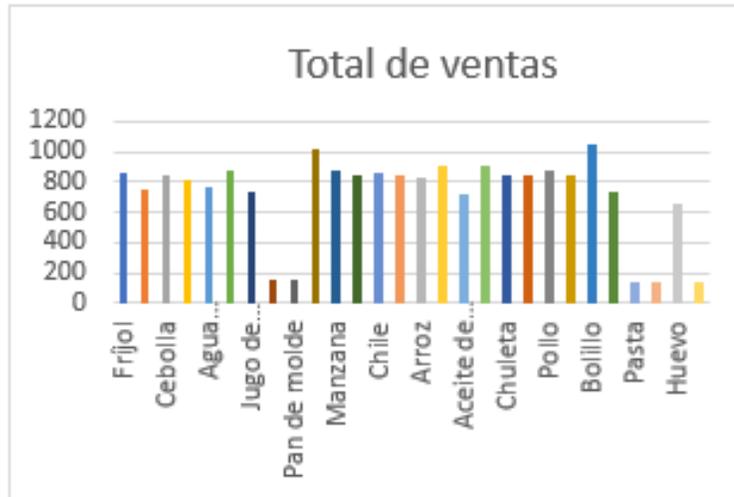


Figura 18: Total de ventas de los productos.

De igual forma que se obtiene el resultado del producto más vendido y menos vendido como se muestra en la Figura 18. Se realizó la consulta para saber qué día hubo más venta y que día hubo menos venta asimismo cuál mes tuvo más venta y cual menos, siendo el día lunes y el mes de julio el de más venta y el día viernes y el mes de enero el de menor venta, como se muestra en la Figura 19 y 20.

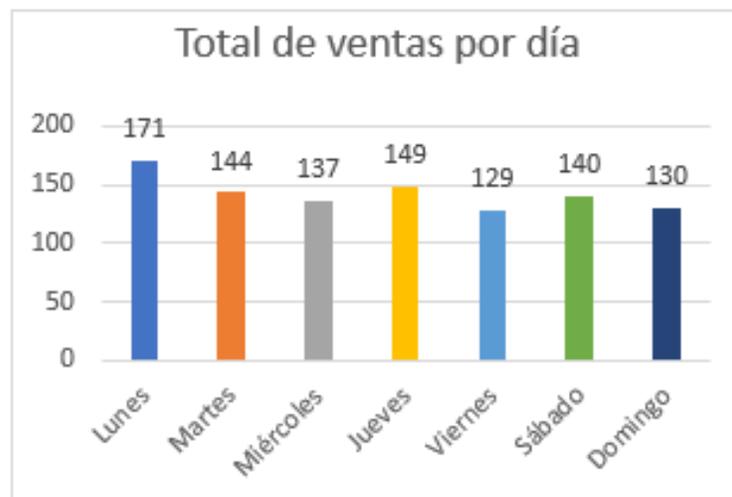


Figura 19: Total de ventas por día



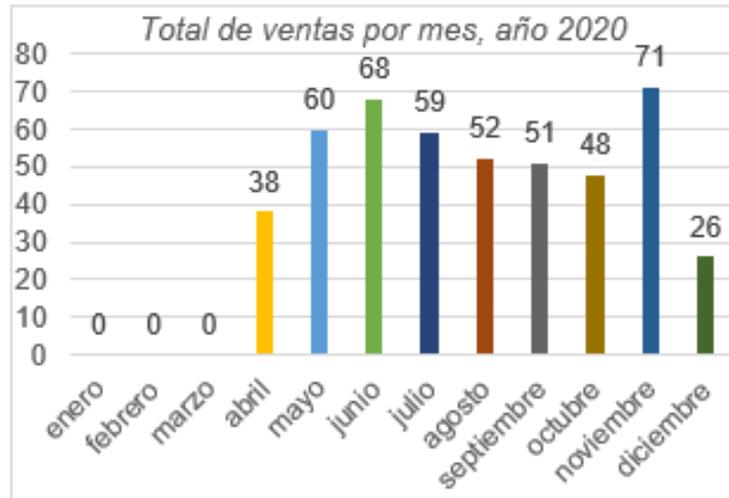


Figura 20: Total de ventas por mes, año 2020

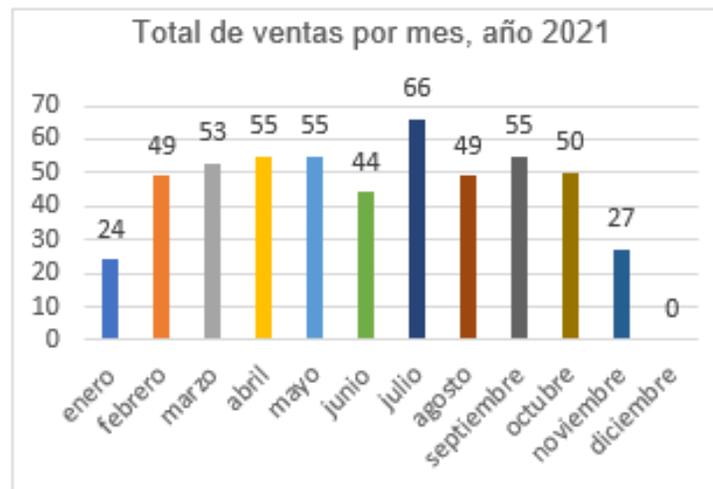


Figura 21: Total de ventas por mes, año 2021

El rango de fechas que se consideró es del 1/04/2020 al 30/11/2021.

Las preferencias de los clientes por rango de edad y género, siendo el rango de los 43 a los 47 años en la cual se realizaron más pedidos tanto por el género femenino por el masculino, como se muestra en la Figura 22.



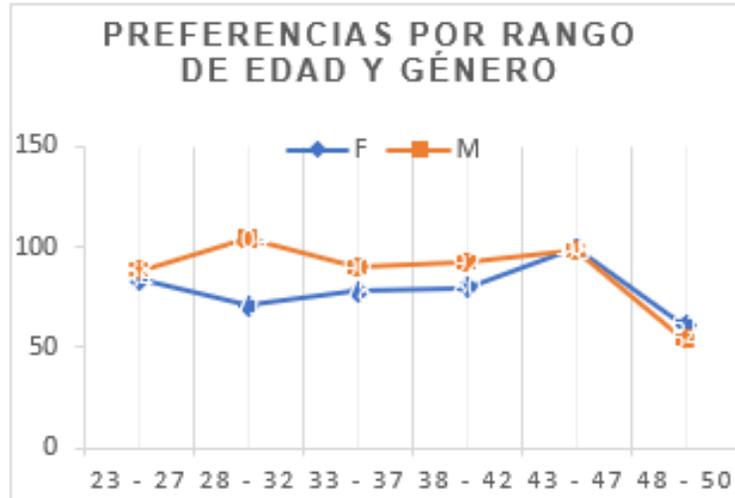


Figura 22: Preferencias de los clientes por rango de edad y género.

La zona geográfica para realizar las compras, donde se observa claramente que Los Pinos fue donde se realizó el mayor número de pedidos y La Presa el menor número de pedidos, como se muestra en la Figura 23.

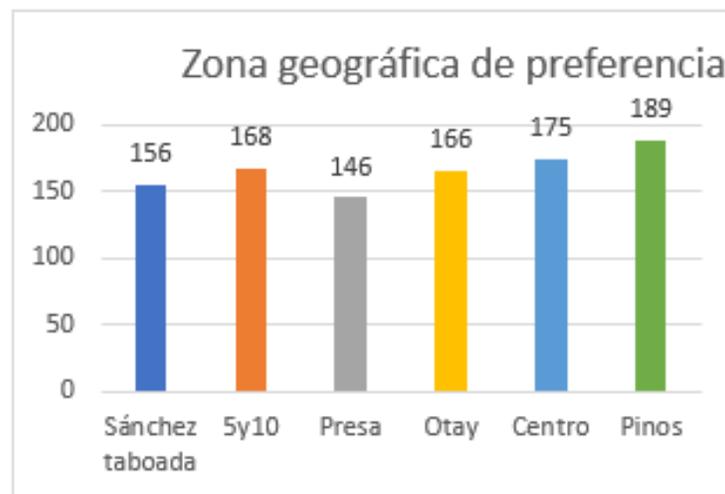


Figura 23: Zona geográfica de preferencia o de mayor venta

Por lo consiguiente, si la zona geográfica de preferencia de los clientes es Los Pinos, de la misma manera se buscó saber que tienda es la de preferencia de los clientes en este caso se determina por la tienda que tuvo más ventas, ¿cuál sucursal tuvo mayores ventas?, hablando de cantidad de dinero gastado, como se muestra en la Figura 24, en la Tabla 15 se muestra el desglose de las ventas por sucursal.



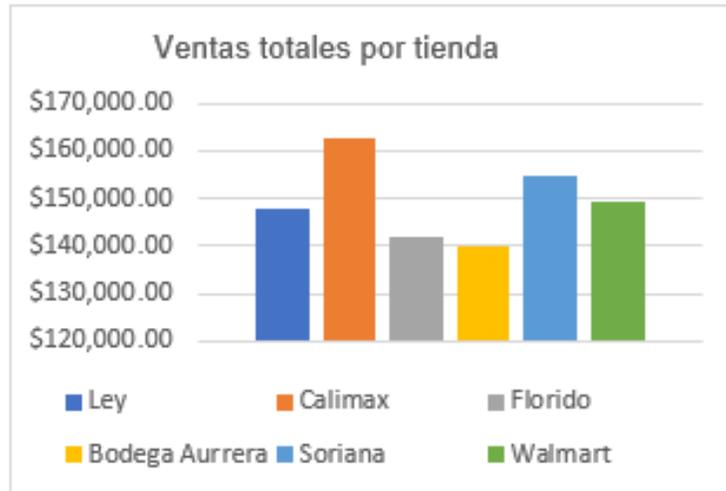
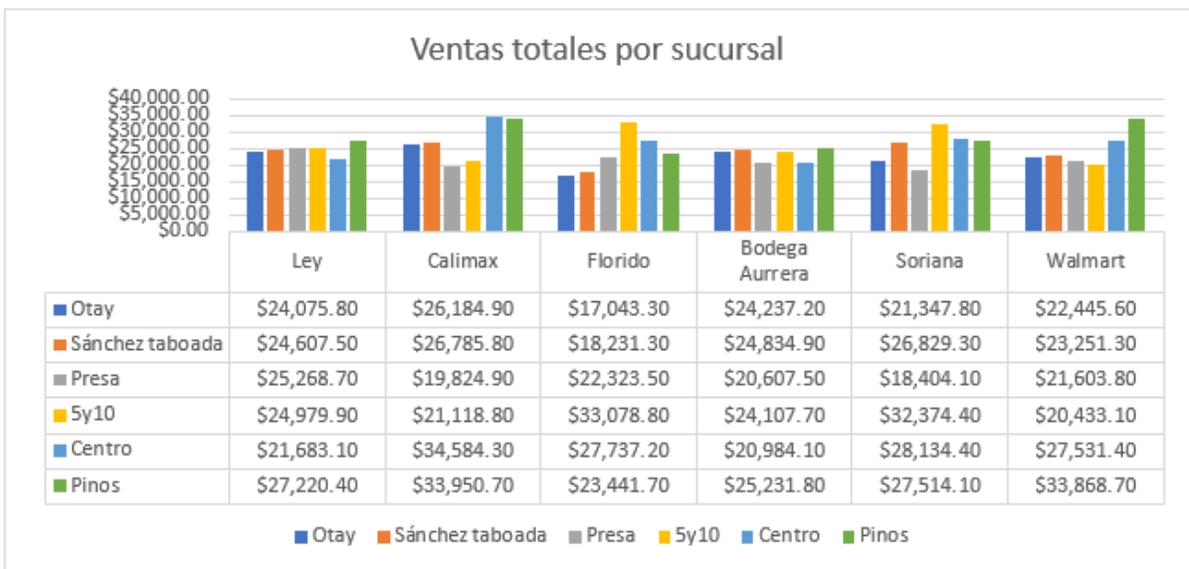


Figura 24: Ventas totales por tienda.

Tabla 15: Ventas totales por sucursal



De la misma manera se compararon las ventas, considerando el dinero gastado con el número de órdenes de compra lo cual muestra una gráfica muy parecida coincidiendo en las tiendas que más vendieron con las que más pedidos tuvieron, y las de menos ventas con las que tuvieron menor número de pedidos, como se muestra en la Figura 25.



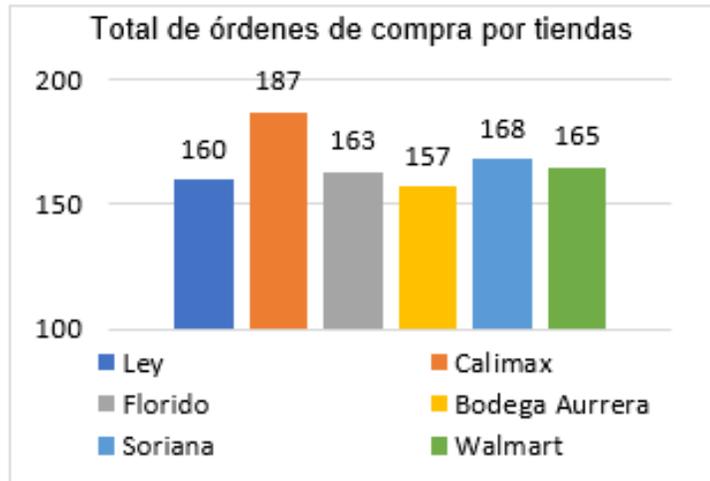


Figura 25: Total de órdenes de compra por tiendas

La suma total de todos los totales de las órdenes de compra asciende a \$895881.44 pesos M.N. y el promedio de gasto es de \$895.88 pesos M.N.



Capítulo 6. Conclusiones



Conclusiones

La investigación, y desarrollo de este proyecto, apoya la importancia que tiene en la actualidad el consumo de alimentos en línea, así como su buena planificación en los tiempos de verificar su capacidad, para que los usuarios puedan tener la comodidad de obtener información de su refrigerador, con lo cual le permite realizar sus compras de manera más eficiente e incluso ahorrar tiempo en esta actividad, también de poder tener un seguimiento de su plan alimenticio, revisando los avances que ha tenido, es decir, si ha bajado de peso, si está siguiendo la dieta correctamente, también permite tener un control de los productos que se adquieren y evitar el desperdicio.

Sin embargo, cabe mencionar que como todo sistema tiene la capacidad para incorporar mejoras que los usuarios requieran, estas se podrán incorporar en versiones pequeñas o grandes dependiendo del tipo de actualización.

En la actualidad existen tecnologías similares como a la planteada en esta investigación, pero con costos muy elevados y difícil de adquirir para muchas personas, no obstante, este sistema es fácil de usar y de bajo costo.

Los dispositivos inteligentes ayudan a los usuarios a realizar diversas tareas gracias a sensores y actuadores conectados, como, por ejemplo, sensores de humedad, temperatura, gas, apertura de puerta del refrigerador, etc. que trabajando correctamente determinan si los productos dentro del refrigerador están frescos o no, con los agentes inteligentes se tiene el control de todos los productos, es decir, conocer los artículos que faltan, cuales están por caducar o caducados, surtir la despensa para tener productos disponibles todo el tiempo, etc. además de poder manejarlo desde un teléfono inteligente en cualquier lugar donde se encuentre.

Las compras en línea a través de dispositivos y sitios oficiales de las tiendas de autoservicio o de aplicaciones que proporcionan el servicio de compras de insumos para el hogar ha ido en aumento, es aquí donde un dispositivo empotrado en el refrigerador juega un papel importante para los usuarios, toda vez que permite ahorrar tiempo a la hora de hacer el mandado, llevar un plan alimenticio, tener entretenimiento,



otra característica interesante además de las mencionadas anteriormente es que el sistema permite a los usuarios a llevar un plan alimenticio asignado por un especialista y que podrá tener el registro de todos los alimentos a consumir durante el tiempo de la dieta, hacer una lista de los productos y solicitar que se surtan automáticamente con el proveedor de favorito.

El sistema cuenta con diferentes sensores y dispositivos que se comunican entre ellos, generan datos que son transmitidos a un agente el cual procesa todos esos datos y con ellos genera información que sirve para tomar decisiones de las tareas propias del sistema, también aprende del usuario, tomando la información de las compras o de consumo y a partir de ese conocimiento sugiere al usuario que comprar, entre otras cosas lo que hace sea un sistema inteligente.

El ahorro de energía, es un tema importante toda vez que al ser un sistema que se integra a un electrodoméstico el consumo será mayor al que utiliza el propio refrigerador, pero a su vez, el sistema Android tiene su propia función de ahorro de energía, esto quiere decir que si se deja de utilizar por un periodo determinado de tiempo se suspenderá, reduciendo el consumo de energía, lo que permite que el tiempo de vida de los dispositivos y el sistema sea mayor, también se pueden desactivar funciones como datos, ubicación, rotación, etc., que no son necesarios para el funcionamiento del sistema.

Las encuestas realizadas a personas de diferentes partes de la República Mexicana, así como de Estados Unidos de Norte América dicen que, a la mayoría de los usuarios principalmente jóvenes, les interesaría adoptar este sistema para implementarlo en sus hogares.

Los resultados de las simulaciones aplicadas, se obtiene un panorama óptimo para la implementación del sistema, para todos los actores del mismo, desde el usuario que obtiene sus productos, hasta el proveedor que realiza sus ventas a través del sistema y tiene un control de su inventario, además de tener datos estadísticos con los que puede llevar a cabo situaciones que les permitan mejorar su servicio o elevar sus ventas.



Cabe señalar que el sistema aún está en una fase de desarrollo por lo que se sugiere, hacer validaciones de los demás módulos del sistema antes de iniciar la implementación y de ser necesario hacer los ajustes pertinentes incluso actualizar lo puesto en práctica en esta investigación.

Como se mencionó anteriormente el sistema tiene capacidad de escalabilidad y que no está contemplado dentro de esta investigación que también podría aplicarse, por ejemplo un sistema de lógica difusa con el que se puede saber en el caso de un proveedor si se vendió mucho hoy o se vendió poco, otra implementación puede ser la configuración del sistema con los asistentes personales conocidos o hasta agregar más controles como sensor de humedad, para cerciorarse que las frutas y verduras están en el ambiente adecuado para durar más tiempo frescas, etc.

Cabe hacer mención que para los usuarios que llevan una dieta o plan alimenticio, tiene un módulo donde se registran todos los datos desde el peso, medidas, el tipo de dieta, y el menú, con los resultados obtenidos con las simulaciones realizadas, se puede observar que el sistema es capaz de realizar las compras de los insumos y mostrar las cantidades que se han consumido de cada producto.

Las encuestas aplicadas a personas de 18 a 65 años de edad en las cuales se percibe que el adulto mayor no usaría el sistema, pero eso no quiere decir que si se hace un estudio mayor no pueda aprender a utilizarlo.

Como se ha ido hablando a lo largo de la tesis el proyecto tiene varias ventajas muy significativas, tales como lo son; el control de desperdicios que es una de las funciones de gran valor, ya que así con ello, se logra eficiente el consumo de los alimentos, esto se logra por medio de las notificaciones que el sistema envía al usuario para informar que un producto está próximo a vencer, el usuario decide qué hacer con ese producto.

Como es un sistema, pensado en reducir los desperdicios, se puede considerar como un sistema sustentable.



Capítulo 7. Bibliografía



Bibliografía

- [1] “Qué es Android | Android.” [Online]. Available: https://www.android.com/intl/es-419_mx/what-is-android/. [Accessed: 10-Jan-2021].
- [2] U. Nations, “United Nations | Peace, dignity and equality
 on a healthy planet.”
- [3] “Home | Food and Agriculture Organization of the United Nations.” [Online]. Available: <http://www.fao.org/home/en/>. [Accessed: 15-Feb-2021].
- [4] “Pérdida y desperdicio de alimentos | FAO | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.” [Online]. Available: <http://www.fao.org/food-loss-and-food-waste/es/>. [Accessed: 23-Mar-2020].
- [5] “Pérdidas y desperdicios de alimentos en América Latina y el Caribe | FAO.” [Online]. Available: <http://www.fao.org/americas/noticias/ver/es/c/239393/>. [Accessed: 23-Mar-2020].
- [6] “Secretaría de Bienestar | Gobierno | gob.mx.” [Online]. Available: <https://www.gob.mx/bienestar>. [Accessed: 15-Feb-2021].
- [7] “Desperdicio de Alimentos en México.” [Online]. Available: http://www.sedesol.gob.mx/boletinesSinHambre/Informativo_02/infografia.html. [Accessed: 23-Mar-2020].
- [8] U. Nations, “Principales causas de desperdicio de alimentos - Antecedentes | Naciones Unidas.”
- [9] S. J. Russell and P. Norvig, *Artificial intelligence a modern approach*. Boston: Pearson, 2020.
- [10] A. Solano Mora, A. Solano Castillo, and C. Gamboa Ellis, “SARS-CoV-2: la nueva pandemia,” *Rev. Medica Sinerg.*, vol. 5, no. 7, p. e538, 2020.
- [11] D. Petrova, E. Salamanca-Fernández, M. Rodríguez Barranco, P. Navarro Pérez, J. J. Jiménez Moleón, and M.-J. Sánchez, “La obesidad como factor de



riesgo en personas con COVID-19: posibles mecanismos e implicaciones,” *Atención Primaria*, vol. 52, no. 7, pp. 496–500, 2020.

- [12] C. L. Higuera and J. Camacho, “Implementación del Protocolo X10, en plataformas libres para aplicaciones domóticas.,” *I+D Rev. Investig.*, p. 12, 2016.
- [13] “The ECHO IV Home Computer: 50 Years Later - CHM.” [Online]. Available: <https://computerhistory.org/blog/the-echo-iv-home-computer-50-years-later/>. [Accessed: 18-Mar-2021].
- [14] Silvia Tamayo Moreno, “PROGRAMACIÓN DOMÓTICA DE UNA VIVIENDA MEDIANTE PLC,” p. 266, 2017.
- [15] “Qué es Domótica - CEDOM | Asociación Española de Domótica e Inmótica.” [Online]. Available: <http://www.cedom.es/sobre-domotica/que-es-domotica>. [Accessed: 18-Mar-2021].
- [16] M. Rodríguez Diego, “Gestión domótica de una casa unifamiliar basada en Arduino,” 2017, 2017.
- [17] Jon Arteta Grisaleña, “Breve historia de la arquitectura digital,” *Rev. Occident.*, no. 349–350, pp. 163–188, 2010.
- [18] D. Kassem, “The Sketchpad Window,” *ProQuest Diss. Theses*, p. 199, 2014.
- [19] A. Rodriguez, “Análisis y descripción de identificación por Radio Frecuencia: Tecnología, Aplicaciones, Seguridad y Privacidad,” 2010.
- [20] J. I. Portillo García, A. B. Bermejo Nieto, and A. M. Bernardos Barbolla, *tecnologia de identificacion por radiofrecuencia (RFID)*. 2008.
- [21] S. R. Maroto Cantillo, “Desarrollo de aplicaciones basadas en WSN,” *Univ. Oberta Catalunya*, pp. 1–108, 2010.
- [22] O. A. Valencia Vanos, “Estado del arte: Sistema de sensores inalámbricos (WSN) portátil aplicado al monitoreo ambiental en una ciudad, como complemento a las estaciones fijas,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2013.



- [23] I. Madrid, "Internet of Things en la vida cotidiana," *Univ. DEL CEMA*, vol. 4575, 2017.
- [24] L. Tania and C. Isabel, "Iot, El Internet De Las Cosas Y La Innovación De Sus Aplicaciones," *UANL Sch. Business, FACPYA, México*, no. May, pp. 2313–2340, 2015.
- [25] M. Gunturi, H. D. Kotha, and M. Srinivasa Reddy, "An overview of internet of things," *J. Adv. Res. Dyn. Control Syst.*, vol. 10, no. 9, pp. 659–665, 2018.
- [26] J. Salazar and Y. S. Silvestre, "INTERNET DE LAS COSAS."
- [27] L. C. Luis García, E. D. Ceballos Burbano, A. R. Torres Gómez, F. E. Sacristán Bohórquez, and J. D. Alvarado Moreno, "Internet de las Cosas Hacia una educación inteligente," *Innovación en la Educ. basada en las TIC*, no. August, pp. 43–51, 2018.
- [28] "El potencial de los dispositivos IoT en la educación - Think Big Empresas." [Online]. Available: <https://empresas.blogthinkbig.com/el-potencial-de-los-dispositivos-iot-en-la-educacion/>. [Accessed: 22-Mar-2020].
- [29] C. A. da Costa, C. F. Pasluosta, B. Eskofier, D. B. da Silva, and R. da Rosa Righi, "Internet of Health Things: Toward intelligent vital signs monitoring in hospital wards," *Artif. Intell. Med.*, vol. 89, no. September 2017, pp. 61–69, 2018.
- [30] C. L. García Quintero, A. A. Rosado Gómez, and C. M. Durán Chinchilla, "Revision De La Aplicación Del Internet De Las Cosas En La Acuicultura," *Rev. Colomb. Tecnol. Av.*, vol. 1, no. 31, 2018.
- [31] J. Gómez, S. Castaño, T. Mercado, J. Garcia, and A. Fernandez, "SISTEMA DE INTERNET DE LAS COSAS (IoT) PARA EL MONITOREO DE CULTIVOS PROTEGIDOS," *Rev. Ing. e Innovación*, vol. 5, no. 1, pp. 27–36, 2018.
- [32] S. E. Restrepo Medina, "Modelo de Inteligencia Ambiental basado en la integración de Redes de Sensores Inalámbricas y Agentes Inteligentes," *Bdigital.Unal.Edu.Co*, p. 126, 2012.



- [33] E. Rivera, G. Chavira, A. Ahumada, and C. Ramírez, “Construcción y evaluación de un modelo ontológico nutricional,” 2018.
- [34] J. A. Vicente Lober, “Técnicas de inteligencia artificial en la construcción de robots móviles autónomos,” p. 126, 2003.
- [35] U. D. C. Rica, C. Rica, J. Manuel, and B. Vallejo, “LOS AGENTES DE SOFTWARE INTELIGENTES Y LA RESPUESTA DIDÁCTICA A LA DIVERSIDAD,” *Diversity*, vol. 17, no. 2, pp. 217–240, 2007.
- [36] “Introducción a Android Studio | Desarrolladores de Android.” [Online]. Available: <https://developer.android.com/studio/intro?hl=es-419>. [Accessed: 20-Oct-2020].
- [37] “SQLBrowser IDE for ASE.” [Online]. Available: <http://sqlbrowser.com/>. [Accessed: 19-Jan-2021].
- [38] E. Kristiani, C. T. Yang, Y. T. Wang, and C. Y. Huang, “Implementation of an edge computing architecture using openstack and kubernetes,” *Lect. Notes Electr. Eng.*, vol. 514, pp. 675–685, 2019.
- [39] “FAQs - Raspberry Pi Documentation.” [Online]. Available: <https://www.raspberrypi.org/documentation/faqs/#introduction>. [Accessed: 25-Mar-2021].
- [40] Raspberry pi Foundation, “Raspberry Pi 3 model B+ especificationer,” *Raspberry Pi*, p. 2837, 2020.
- [41] J. Wurm, K. Hoang, O. Arias, A. R. Sadeghi, and Y. Jin, “Security analysis on consumer and industrial IoT devices,” *Proc. Asia South Pacific Des. Autom. Conf. ASP-DAC*, vol. 25-28-Janu, pp. 519–524, 2016.
- [42] R. Williams, E. McMahon, S. Samtani, M. Patton, and H. Chen, “Identifying vulnerabilities of consumer Internet of Things (IoT) devices: A scalable approach,” *2017 IEEE Int. Conf. Intell. Secur. Informatics Secur. Big Data, ISI 2017*, pp. 179–181, 2017.



- [43] J. Varsalone *et al.*, *Metasploit*. 2011.
- [44] A. E. CASTRO CAMACHO, “PROPUESTA DIDÁCTICA PARA FOMENTAR EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE LOS CONCEPTOS ALIMENTO Y NUTRICIÓN,” UNIVERSIDAD DEL NORTE, 2017.
- [45] A. C. Pastor and M. Santamaría, “La nutrición desde la perspectiva comunitaria y de salud pública,” *Nutr. en Salud Pública*, p. 222, 2017.
- [46] E. Cedeño, “INTERPRETACIÓN DE DATOS SEGÚN MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL, MEDIA, MEDIANA, MODA Y FRECUENCIA DE LA INMOBILIARIA SOLHAB S.A,” *Utmach*, vol. 1, no. 2, pp. 26–37, 2016.
- [47] Samsung, “Samsung Electronics estrena su nueva generación del refrigerador inteligente Family Hub en CES 2018 – Samsung Newsroom México.” [Online]. Available: <https://news.samsung.com/mx/samsung-electronics-estrena-su-nueva-generacion-del-refrigerador-inteligente-family-hub-en-ces-2018>. [Accessed: 01-Dec-2019].
- [48] “LG InstaView Door-In-Door: estilo y diseño premium | LG USA.” [Online]. Available: <https://www.lg.com/us/discover/instaview-door-in-door>. [Accessed: 01-Dec-2019].
- [49] H. Gu and D. Wang, “A content-aware fridge based on RFID in smart home for home-healthcare,” *Int. Conf. Adv. Commun. Technol. ICACT*, vol. 2, pp. 987–990, 2009.
- [50] H. Nasir, W. B. W. Aziz, F. Ali, K. Kadir, and S. Khan, “The Implementation of IoT Based Smart Refrigerator System,” *2018 2nd Int. Conf. Smart Sensors Appl. ICSSA 2018*, no. July, pp. 48–52, 2018.
- [51] “Buy a Raspberry Pi 3 Model B+ – Raspberry Pi.” [Online]. Available: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b-plus/>. [Accessed: 19-Jan-2021].
- [52] “4.3.2 Esquemas de redes semánticas.” [Online]. Available: <http://elies.rediris.es/elies9/4-3-2.htm>. [Accessed: 09-Nov-2021].



- [53] “Cmap | CmapTools.” [Online]. Available: <https://cmap.ihmc.us/>. [Accessed: 09-Nov-2021].
- [54] C. Flender, K. Kitto, and P. Bruza, “Beyond ontology in information systems,” *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 5494, no. June, pp. 276–288, 2009.
- [55] S. O. L. Fernando, “Abandono del tratamiento dietético en pacientes diagnosticados con obesidad en un consultorio privado de nutrición,” *Nutr. Clin. y Diet. Hosp.*, vol. 31, no. 1, pp. 15–19, 2011.
- [56] © Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, *Tablas de composición de alimentos y productos alimenticios (versión condensada 2015)*. Ciudad de México, 2016.

