

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA

CARRERA DE COMPUTACIÓN

*Trabajo de titulación previo a la
obtención del título de Ingeniero
en Ciencias de la Computación*

PROYECTO TÉCNICO

**“DISEÑO Y DESARROLLO DE UN CHATBOT USANDO REDES
NEURONALES RECURRENTE Y PROCESAMIENTO DE LENGUAJE
NATURAL PARA TIENDAS VIRTUALES EN COMERCIO ELECTRÓNICO”**

AUTOR:

STALIN SANTIAGO FIGUEROA SACOTO

TUTOR:

ING. REMIGIO ISMAEL HURTADO ORTIZ, Ph.D.

CUENCA- ECUADOR

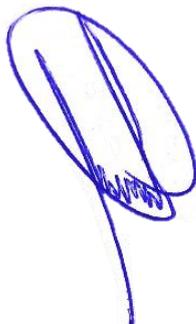
2021

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Stalin Santiago Figueroa Sacoto con documento de identificación N° 0107349110, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de titulación: **“DISEÑO Y DESARROLLO DE UN CHATBOT USANDO REDES NEURONALES RECURRENTE Y PROCESAMIENTO DE LENGUAJE NATURAL PARA TIENDAS VIRTUALES EN COMERCIO ELECTRÓNICO”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniero en Ciencias de la Computación*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, octubre de 2021.



Stalin Santiago Figueroa Sacoto

C.I. 0107349110

CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación “**DISEÑO Y DESARROLLO DE UN CHATBOT USANDO REDES NEURONALES RECURRENTE Y PROCESAMIENTO DE LENGUAJE NATURAL PARA TIENDAS VIRTUALES EN COMERCIO ELECTRÓNICO**”, realizado por Stalin Santiago Figueroa Sacoto, obteniendo el *Proyecto Técnico*, que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, octubre de 2021.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and strokes, positioned below the date.

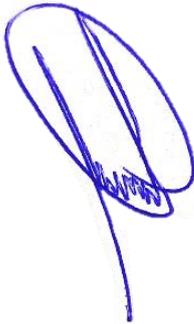
Ing. Remigio Hurtado Ortiz. Ph.D.

C.I. 0104621388

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Stalin Santiago Figueroa Sacoto con documento de identificación N° 0107349110, autor del trabajo de titulación: **“DISEÑO Y DESARROLLO DE UN CHATBOT USANDO REDES NEURONALES RECURRENTE Y PROCESAMIENTO DE LENGUAJE NATURAL PARA TIENDAS VIRTUALES EN COMERCIO ELECTRÓNICO”**, certifico que el total contenido del *Proyecto Técnico*, es de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, octubre de 2021.

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized initial 'S' followed by a surname that is partially obscured by the flourish.

Stalin Santiago Figueroa Sacoto

C.I. 0107349110

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre por su apoyo incondicional, por sus enseñanzas y consejos y por haberme permitido e impulsado a cumplir un sueño más en mi vida.

A mi hermana, a mi tía, a mis primos, a mi abuela y a la memoria de mi abuelo, por haber estado siempre a mi lado durante esta etapa tan importante en mi vida, sin sus consejos, apoyo y compañía esto no hubiera sido posible.

AGRADECIMIENTOS.

Agradezco infinitamente a mi madre Patricia por todo su amor, esfuerzo y dedicación. A mi hermana Tábata, a mi tía Ruth, mis primos Andrés y Loreany y a mis abuelos Beatriz y Enrique quienes estuvieron para mí siempre que lo necesitaba y me han apoyado en cada una de las decisiones que he tomado en mi vida.

A mi tutor Remigio Hurtado por haber contribuido con su experiencia y conocimiento a mi formación académica y a la realización de esta tesis.

A los docentes de la Universidad Politécnica Salesiana por todos sus conocimientos transmitidos para mi desarrollo profesional.

A todos mis amigos por las alegrías y los buenos momentos que hemos compartido fuera del ambiente universitario.

RESUMEN

En la actualidad el servicio o atención al cliente es uno de los aspectos para tener en cuenta por las empresas, ya que a través de este servicio los clientes pueden conocer sobre la empresa, los productos que ofrecen, horarios de atención, ubicación y otras inquietudes de los clientes que la empresa busca responder. Una mala atención al cliente provoca grandes pérdidas, por lo que es realmente importante que este servicio cumpla con las expectativas del cliente.

Diferentes técnicas y tecnologías han sido adoptadas para estar a cargo y realizar tareas específicas dentro de los procesos de negocio de una empresa, no es ajeno el caso de la atención al cliente, área para la que existe una tecnología capaz de asumir y cumplir eficientemente con esta tarea, esta tecnología es un Chatbot. El funcionamiento de un chatbot consiste en simular una conversación y puede ser tan simple como solamente responder consultas con respuestas predeterminadas y de una sola línea o pueden ser más complejos y completos al combinar su tecnología con el procesamiento del lenguaje natural y las redes neuronales.

Este trabajo propone desarrollar un sistema de un chatbot combinando las técnicas del procesamiento del lenguaje natural y las redes neuronales con el objetivo de analizar y entender las emociones e intenciones del usuario, mejorando la experiencia del usuario, guiándolo a encontrar específicamente lo que busca y haciendo de la atención al cliente una experiencia agradable, personalizada y ágil.

La implementación de este sistema se basa en una arquitectura de N-capas (presentación, aplicación y datos) aprovechando sus beneficios como el alto rendimiento, escalabilidad, flexibilidad, aislamiento y seguridad. La lógica del chatbot utiliza un modelo de red neuronal recurrente para el análisis de sentimientos y un modelo de procesamiento del lenguaje natural para resolver las diversas inquietudes del cliente. La interfaz del chatbot se encuentra desarrollada de manera que pueda ser incrustada en cualquier sitio web.

ABSTRACT

At present customer service is one of the aspects to be taken into account by companies, since through this service customers can know about the company, the products they offer, business hours, location and other customer concerns that the company seeks to respond. Bad customer service causes big losses, so it is really important that this service meets customer expectations.

Different techniques and technologies have been used to be in charge and perform specific tasks within the business processes of a company, the case of customer service is not unheard of, an area for which there is a technology capable of efficiently assuming and fulfilling. With this task, this technology is a Chatbot.

How a chatbot works is to simulate a conversation and can be as simple as just answering queries with predetermined, single-line responses, or it can be more complex and comprehensive by combining its technology with natural language processing and neural networks.

This work proposes to develop a chatbot system combining natural language processing and neural networks techniques with the aim of analyzing and understanding the user's emotions and intentions, improving the user experience, guiding them to find specifically what they are looking for and making customer service customer a pleasant, personalized and agile experience.

The implementation of this system is based on an N-layer architecture (presentation, application and data) taking advantage of its benefits such as high performance, scalability, flexibility, isolation and security. The chatbot logic uses a recurrent neural network model for sentiment analysis and a natural language processing model to resolve various customer concerns. The chatbot interface is developed so that it can be embedded in any website.

Índice de contenido

Dedicatoria.....	v
Agradecimientos.....	v
Resumen	vi
Abstract.....	vii
Índice de contenido.....	8
Índice de tablas	10
Índice de figuras	10
Capítulo 1 : Introducción.....	12
1.1. Descripción del problema.....	12
1.1.1. Antecedentes	12
1.1.2. Importancia y alcances.....	13
1.2. Objetivos generales y específicos.....	13
1.2.1 Objetivo general.....	13
1.2.2 Objetivos específicos	13
Capítulo 2 : Marco de referencia teórico	14
2.1. Chatbot	14
2.1.1. Chatbots basados en reglas	14
2.1.2 Chatbots conversacionales	14
2.1.3 Chatbots contextuales	14
2.2. Procesamiento del lenguaje natural.	14
2.2.1. Tokenización.....	15
2.2.2 Eliminación de <i>stop words</i>	15
2.2.3 Lematización y stemming	15
2.2.4 TF-IDF.....	15
2.2.5 Similitud del coseno.....	16
2.3. Inteligencia Artificial.....	16
2.3.1 Aprendizaje automático - Machine learning.....	16
2.3.1.1. Aprendizaje supervisado	17
2.3.1.1.1. Clasificación	17
2.3.1.1.2. Regresión	17
2.3.1.2. Aprendizaje no supervisado	17
2.3.1.2.1. Agrupación (clustering)	18
2.3.1.2.2. Reducción de dimensionalidad	19
2.3.1.3. Aprendizaje por refuerzo.....	19

2.3.1.4.	Aplicaciones del aprendizaje automático	19
2.3.2	Redes neuronales	20
2.3.2.1.	Red neuronal recurrente (RNN)	21
2.3.2.2.	Redes neuronales convolucionales (CNN).....	22
2.4.	Ingeniería de Software.....	23
2.4.1.	Arquitectura N capas	23
2.4.2.	Metodología de desarrollo ágil Scrum.....	24
2.4.3.	Tecnologías del proyecto	25
Capítulo 3 :	Marco metodológico.....	26
3.1.	Especificación de requerimientos.....	26
3.1.1	Introducción	26
3.1.1.1.	Propósito.....	26
3.1.1.2.	Alcance.....	27
3.1.1.3.	Visión general del producto	27
3.1.1.3.1.	Perspectiva del producto	27
3.1.1.3.2.	Funciones del producto	27
3.1.2	Referencias.....	28
3.1.3	Especificación de requerimientos	28
3.1.3.1.	Requerimientos funcionales	28
3.1.3.2.	Requerimientos no funcionales	31
3.1.3.2.1.	Requerimientos de disponibilidad	31
3.1.3.2.2.	Requerimientos de rendimiento	31
3.1.3.2.3.	Requerimientos de desarrollo	32
3.1.3.3.	Interfaces de usuario.....	32
Capítulo 4 :	Diseño y arquitectura.....	35
4.1.	Modelado del sistema	35
4.1.1	Diagrama de actividades	35
4.1.2	Diagrama con el flujo del chatbot.....	40
4.2.	Arquitectura del sistema	40
4.2.1	Vista de desarrollo	41
4.2.2	Vista física	43
4.3.	Arquitectura del chatbot	45
4.3.1.	Modelo PLN	45
4.3.2.	Arquitectura de la red neuronal recurrente	46
4.3.3.	Modelo RNN.....	47

Capítulo 5 : Metodología de desarrollo	48
5.1. Definición del equipo Scrum.....	48
5.2. Conformación de los Sprint.....	48
Capítulo 6 : Resultados.....	52
6.1. Red neuronal recurrente tipo LSTM.....	52
6.2. Interfaces web.....	52
6.3. Pruebas de requerimientos funcionales	53
6.3.1. Pruebas funcionales unitarias.....	53
6.3.1.1. Pruebas funcionales del Chatbot	54
6.3.1.2. Pruebas funcionales del sistema web	58
6.3.1.3. Pruebas funcionales de la aplicación web	59
Capítulo 7 : Cronograma de actividades y presupuesto	62
Conclusiones.....	65
Recomendaciones	67
Referencias bibliográficas	68

Índice de tablas

Tabla 2.1 Tecnologías del proyecto.....	25
Tabla 4.1 Tecnologías para la arquitectura n capas.....	43
Tabla 4.2 Arquitectura de la Red neuronal recurrente (tipo LSTM).....	47
Tabla 5.1 Actividades del Objetivo Específico 1	48
Tabla 5.2 Actividades del Objetivo Específico 2	48
Tabla 5.3 Actividades del Objetivo Específico 3	49
Tabla 5.4 Actividades del Objetivo Específico 4	49
Tabla 5.5 Actividades a desarrollar en el SPRINT 1.....	50
Tabla 5.6 Actividades a desarrollar en el SPRINT 2.....	50
Tabla 5.7 Actividades a desarrollar en el SPRINT 3.....	50
Tabla 5.8 Actividades a desarrollar en el SPRINT 4.....	51
Tabla 6.1 Resultados de la red neuronal.....	52

Índice de figuras

Figura 2.1 Aplicación de la técnica de clustering a datos sin etiquetar.....	18
Figura 2.2. Anatomía de una red neuronal biológica	20
Figura 2.3. Uso de una red neuronal para el análisis de sentimientos	22
Figura 2.4. Operación de la convolución en una red neuronal	23
Figura 3.1. Vista general del sistema.....	27
Figura 3.2. Chatbot incrustado en una página web.....	32
Figura 3.3. Diseño del chatbot.....	33

Figura 3.4. Información de un producto seleccionado.	33
Figura 3.5. Página para cargar un archivo JSON con los productos	34
Figura 4.1 Diagrama de actividades crear o actualizar productos	36
Figura 4.2 Interacción usuario chatbot - preguntas frecuentes.....	37
Figura 4.3 Consultar productos	38
Figura 4.4 Recibir un comentario	39
Figura 4.5 Flujo del chatbot.....	40
Figura 4.6 Arquitectura N capas del sistema.....	42
Figura 4.7 Diagrama de despliegue	44
Figura 4.8. Arquitectura del chatbot en la capa de negocio	45
Figura 6.1 Resultado Chatbot insertado en una página web.....	53
Figura 6.2 Resultado chatbot desplegado en una página web	53
Figura 6.3 Resultado Interfaz web para cargar archivos JSON.....	53

Capítulo 1 : Introducción

Para los clientes de una empresa es importante que el servicio de atención al cliente sea simple, concreto y rápido. En muchos de los casos las empresas ven afectados sus ingresos, rentabilidad e imagen pública por la calidad del servicio que ofrecen, este problema a menudo se origina cuando el personal a cargo de este servicio tarda en dar una respuesta a los clientes, ya sea por la gran carga de consultas que reciben, en otras ocasiones debido a que el personal abandona su puesto de trabajo o simplemente porque el personal a finalizado su horario de trabajo y la consultas realizadas durante este periodo no serán resueltas hasta el inicio de siguiente jornada laboral. Por otra parte, la manera en la que interactúan cliente y asistente también perjudica a la calidad de este servicio, en ocasiones en las que el asistente podría no llegar a tolerar la actitud de un cliente o a comprender cliente busca.

Es aquí donde la implementación de un chatbot solucionaría estos inconvenientes pues ha demostrado ser de gran utilidad para las empresas, al estar contruidos de manera que proporcionen respuestas afines a las preguntas y en poco tiempo, a su vez al ser la lógica del chatbot la que procese la consulta, esta determinará la respuesta más adecuada sin tener que responder negativamente ante la actitud o temperamento del cliente. Este sistema al estar funcionando en servidores permitirá a la empresa contar con un servicio al cliente con una continuidad operativa las 24 horas del día y los 7 días de la semana, adicionalmente a estos beneficios, la implementación de un chatbot ha dado lugar a la reducción de costos en cuanto a las llamadas recibidas por la empresa; un chatbot también ofrece la posibilidad de automatizar tareas si así se planea que sea su funcionamiento. Es así como la implementación de un chatbot disminuye la inconformidad y la pérdida de clientes, al responder adecuadamente a cada una de las consultas de los clientes y en cualquier momento debido a su disponibilidad.

Este sistema luce como un chat en el que el usuario ingresa su mensaje y lo envía para que la lógica del chatbot se encargue del procesamiento y encuentre la respuesta más adecuada haciendo uso del procesamiento del lenguaje natural o de un modelo de una red neuronal, esta respuesta será enviada de vuelta al usuario y pasará a formar parte del flujo de mensajes entre el cliente y el chatbot. Las respuestas que pueda retornar el chatbot deberán ser definidas de acuerdo con el tipo de negocio, en este caso el chatbot se encuentra estructurado para responder preguntas frecuentes, mostrar los productos que ofrece la empresa mediante una búsqueda por las palabras ingresadas por el usuario y relacionadas con el producto, además permite recibir comentarios sobre el negocio haciendo uso de la red neuronal para determinar el nivel de aceptación por parte del usuario.

1.1. Descripción del problema

1.1.1. Antecedentes

De acuerdo con estudios realizados acerca del uso de chatbots por parte de las empresas y sus clientes, los resultados señalan que:

- Para el 54% de los clientes las compañías deben cambiar la manera en la que interactúan con sus clientes (SalesForce, 2020).
- Existe un incremento del 50% de clientes que prefieren utilizar live chats o asistentes virtuales a diferencia de quienes prefieren el uso del teléfono,

correo o en otros casos asistir de manera presencial a las compañías (Leggett, 2017).

- Solo el 38% de clientes prefiere interactuar con un operador humano (Drift, 2019).
- 6 de cada 10 empresas evidencian que la implementación de bots mejoró la capacidad al gestionar las consultas de sus clientes (Srinivasan et al., 2018).
- Las compañías reportaron en 2020 una reducción de hasta el 70% en llamadas, chats y mails (Moore, 2018).
- En el último año aproximadamente el 60% de los usuarios de internet interactuó con un chatbot (Grech, 2019).

1.1.2. Importancia y alcances

Estos antecedentes evidencian el impacto que tiene para una organización la implementación o caso contrario la ausencia de un chatbot que pueda apoyar o encargarse de los procesos concernientes al área de servicio o atención al cliente. El desarrollo de este chatbot está dirigido a cumplir con este propósito, el de funcionar como un asistente virtual para las tiendas en línea en el comercio electrónico con la capacidad de: responder a preguntas frecuentes sobre el negocio (horario de atención, la ubicación, medios de pago, etc.), informar sobre los productos que se encuentran disponibles, y la posibilidad de recibir comentarios u opiniones sobre la experiencia de usuario, de manera que esta información sea de utilidad para la empresa al momento de identificar cuáles son los aspectos que impiden aumentar sus ventas y alcanzar más clientes, y con el beneficio que implica el estar mejor posicionado en cuanto a atención al cliente en línea respecta.

Adicionalmente a estos datos estadísticos, cabe resaltar que el procesamiento del lenguaje natural ha demostrado ser una gran herramienta pues permite a los computadores comprender el significado que hay detrás de las palabras con las que se expresa un usuario. Es importante también mencionar como el aprendizaje de máquina o machine learning ayuda a potenciar el desempeño del chatbot al poder reconocer patrones que ayudan a revelar que es lo que un usuario necesita y al mismo tiempo lograr mantener una conversación con respuestas concretas y coherentes (Brandtzaeg & Følstad, 2017).

1.2. Objetivos generales y específicos

1.2.1 Objetivo general

Diseño y desarrollo de un chatbot usando redes neuronales y procesamiento de lenguaje natural para tiendas virtuales en comercio electrónico.

1.2.2 Objetivos específicos

- **OE1.** Estudio e investigación de los fundamentos del procesamiento del lenguaje natural, chatbots contextuales, técnicas de deep learning, redes neuronales recurrentes y análisis de sentimientos.
- **OE2.** Diseño y desarrollo de los servicios de negocio del chatbot.
- **OE3.** Diseño y desarrollo del sistema empresarial del chatbot: capa de datos, negocio y presentación.
- **OE4.** Validación y experimentación de la parte funcional de la aplicación del chatbot.

Capítulo 2 : Marco de referencia teórico

En este capítulo se abordaran los conceptos de las técnicas y tecnologías utilizadas en el planteamiento de este proyecto.

2.1. Chatbot

Un chatbot es un software basado en inteligencia artificial que simula entablar una conversación con el usuario, en su mismo lenguaje y canal. Los chatbots pueden ser simples teniendo una dinámica de preguntas y respuestas o más avanzados con el apoyo de otras tecnologías siendo capaces de entablar una conversación fluida con un ser humano (Setiaji & Wibowo, 2016). Existen distintos tipos de chatbots que cumplen una función específica:

2.1.1. Chatbots basados en reglas

Este tipo de chatbots siguen una estructura predefinida durante la interacción chatbot usuario, el chatbot ofrece un conjunto de opciones al usuario que marcarán el rumbo de la conversación de manera que el usuario no puede interactuar libremente con este tipo de chatbots pues de las opciones que le presenta el sistema deberá elegir una para recibir una respuesta. Son chatbots ideales para responder a consultas comunes y son aplicables a la tarea de soporte al cliente (Pola & Sheela, 2021).

2.1.2 Chatbots conversacionales

Los chatbots conversacionales son aquellos en los que el usuario tiene la libertad de enviar cualquier pregunta o respuesta al chatbot, siempre que se encuentre dentro del contexto de la conversación. Este tipo de chatbots para cumplir con la función de volver mucho más natural la interacción son más desarrollados y complejos, empleando técnicas cómo el procesamiento del lenguaje natural para comprender el contexto de la conversación y el aprendizaje automático para comprender y aprender sobre el comportamiento las emociones e intenciones del usuario (Nuruzzaman & Hussain, 2018).

2.1.3 Chatbots contextuales

Son a la vez chatbots cognitivos es decir son capaces de aprender y comprender las intenciones del usuario y responden de manera que hacen que la conversación sea fluida, pudiéndose expresar de la misma manera que lo haría una persona. Hacen que la interacción sea cómoda para el usuario y no basándose en comandos que solo hacen que la conversación sea cerrada y limitada (Nuruzzaman & Hussain, 2018).

2.2. Procesamiento del lenguaje natural.

El procesamiento del lenguaje natural es un campo de conocimiento dentro del área de la inteligencia artificial que permite a los computadores entender, interpretar y manejar el lenguaje utilizado por los seres humanos. Al igual que los seres humanos quienes perciben un mensaje a través de sus ojos y oídos, de la misma manera un computador tiene diversos mecanismos para receptor este mensaje como una entrada, pero el objetivo es comprender lo que se está comunicando así que, los seres humanos

procesan esta entrada en su cerebro y las computadoras procesan el texto haciendo uso de algoritmos (Arbieuv et al., 2021).

El procesamiento que realiza un computador se compone de dos fases que son: el preprocesamiento de los datos ingresados y el desarrollo de algoritmos o la implementación de unos ya existentes para completar con el procesamiento del lenguaje natural. El preprocesamiento consiste en la limpieza y preparación de los datos de ingreso, según el tipo de dato y el formato que requiera el algoritmo para su correcta ejecución, hay varias maneras en las que se realiza el preprocesamiento de los datos entre las que se incluyen las siguientes:

2.2.1. Tokenización

La tokenización es una fase fundamental dentro del procesamiento del lenguaje natural y consiste en separar un texto en fragmentos más pequeños llamados tokens que a su vez son los componentes básicos del lenguaje natural. Este proceso permite separar un texto completo en tokens como palabras, o caracteres que pasan a formar parte del vocabulario utilizado durante el procesamiento del lenguaje natural (Ofer et al., 2021).

2.2.2 Eliminación de *stop words*

Las *stop words* son palabras comunes como artículos, pronombres, preposiciones que en cualquier idioma no agregan ningún significado a la oración. Esta fase del preprocesamiento elimina estas palabras del texto de entrada, de manera que solo se mantengan las palabras únicas que ofrecen la mayor cantidad de información sobre el texto. La eliminación de estas palabras además implica una reducción del texto a procesar.

2.2.3 Lematización y stemming

La lematización y stemming son métodos que reducen las palabras a su forma raíz para analizar el significado de una palabra dentro del texto completo. Los algoritmos stemming funcionan cortando una palabra por el inicio o por el final en base a una lista de prefijos o sufijos según el idioma, mientras que la lematización trabaja realizando un análisis morfológico de las palabras, para lo que es necesario tener diccionarios detallados en los que el algoritmo pueda vincular cada palabra del texto con la forma en la que aparece en un diccionario. Para un chatbot la lematización es el método más efectivo con el que puede comprender mejor las consultas de los clientes.

2.2.4 TF-IDF

TF-IDF (Term frequency – Inverse document frequency) cuya traducción al español es (Frecuencia de término – Frecuencia inversa de documento) es una medida que busca reflejar la relevancia de un término de un documento dentro de una colección de estos. Esta medida se obtiene al multiplicar la frecuencia de término (TF) por la frecuencia inversa de documento (IDF), esto para cada uno de los términos presentes en un documento que a su vez forma parte de una colección de documentos (Chen, 2017).

TF se obtiene al contar el número de veces que un término aparece en un documento dividido para la cantidad total de palabras existentes en ese documento.

$$tf_{i,j} = \frac{n_{i,j}}{\sum_k n_{i,j}} \quad (1)$$

Mientras que IDF se obtiene del logaritmo de la cantidad de documentos dividido para el numero de documentos que contienen un término t.

$$idf(w) = \log\left(\frac{N}{df_t}\right) \quad (2)$$

De esta manera queda constituida la manera en la que se obtiene esta medida (TF-IDF) por cada término del conjunto de documentos.

$$w_{i,j} = tf_{i,j} \cdot \log\left(\frac{N}{df_t}\right) \quad (3)$$

Si una palabra es muy común y aparece en la mayoría de los documentos el valor de TF-IDF acercará a 0 por el contrario, si se trata de una palabra significativa dentro del documento este valor se acercará a 1.

2.2.5 Similitud del coseno

Del inglés Cosine Similarity, la similitud del coseno es una medida obtenida a partir del cálculo del coseno del ángulo comprendido entre dos vectores en un espacio multidimensional. El valor obtenido del coseno entre dos vectores puede ir desde -1 en el caso en uno de los vectores se encuentren apuntando en el sentido contrario del otro lo que los hace que no sean nada similares, hasta 1 ocasión en la que los dos vectores apuntan en la misma dirección y son completamente similares. Esta medida es utilizada en las áreas de búsqueda y recuperación de información para representar las palabras o documentos dentro de un espacio vectorial, en la minería de textos es utilizada para determinar la similitud entre textos sin tener en cuenta la cantidad de palabras que los conforman y en la minería de datos para determinar la semejanza de clústeres de textos (Soyusiawaty & Zakaria, 2014).

2.3. Inteligencia Artificial

La inteligencia artificial (IA) es una rama de la computación que busca simular el funcionamiento de la inteligencia humana y sus procesos para para obtener nuevos conocimientos o habilidades en la resolución de problemas. Para lograr este objetivo la inteligencia artificial es impulsada por un subconjunto de técnicas denominado aprendizaje automático.

2.3.1 Aprendizaje automático - Machine learning

También conocido como aprendizaje de máquina, es una aplicación dentro de la inteligencia artificial (IA) que permite construir sistemas que sean capaces de aprender, corregir y mejorar por sí solos en base a experiencias previas. Una de las claves del aprendizaje automático es que utiliza estadísticas haciendo que los sistemas tengan la habilidad de analizar los datos que le son proporcionados, encontrar relaciones entre estos y convertirlos en información o conocimiento (Harrington, 2012). Los siguientes son subcategorías del aprendizaje automático que definen la manera en la que un algoritmo será capaz de aprender y que además nos permitirán convertir un algoritmo de aprendizaje automático en una aplicación que cumpla con el objetivo para el cual fue desarrollada:

2.3.1.1. Aprendizaje supervisado

Los algoritmos en el aprendizaje supervisado trabajan con datos previamente etiquetados en la entrada y salida. Estos algoritmos tienen el objetivo de clasificar datos o predecir valores con cierto nivel de precisión, y lo hacen al construir un modelo en el que dados los datos de entrada deberá ajustarse a la salida objetivo, durante este proceso el algoritmo aprenderá de las iteraciones anteriores en las que no alcanzó su objetivo y realizará ajustes a sus propios parámetros para adaptarse a los nuevos datos de entrada. Para esto los algoritmos deben contar con un conjunto relativamente extenso de datos ya etiquetados que servirán como entrenamiento del modelo, obtienen su característica de ser supervisados al ser una persona quien realiza el etiquetado de la información y le dice al modelo lo que debe predecir (Harrington, 2012). Entre los tipos de algoritmos de aprendizaje supervisado se encuentran:

2.3.1.1.1. Clasificación

El objetivo de los algoritmos de clasificación es predecir y determinar la categoría, etiqueta o clase a la que pertenece un dato de entrada. Estos algoritmos son previamente entrenados con un conjunto de datos etiquetado para que durante el proceso de entrenamiento sean capaces de cambiar sus parámetros y alcanzar una salida objetivo (Mohri et al., 2018). Para lograr con la clasificación de los datos, estos algoritmos utilizan a su vez los siguientes algoritmos:

- Regresión logística.
- Vecinos más cercanos.
- Máquinas de vectores de soportes.
- Árboles de decisión clasificación.
- Bosques aleatorios clasificación.
- Clasificación de Naïve Bayes.
- Redes neuronales para clasificación

2.3.1.1.2. Regresión

La regresión se utiliza para realizar predicciones de valores numéricos en base a las características o relaciones obtenidas entre los datos durante el proceso de aprendizaje en el entrenamiento. Este tipo de algoritmos son utilizados generalmente en predicciones meteorológicas, predicciones en la economía, etc. (Mohri et al., 2018). Algunos de los algoritmos que son utilizados para la regresión son:

- Regresión lineal
- Regresión polinomial
- Vectores de soporte regresión
- Árboles de decisión regresión
- Bosques aleatorios regresión
- Redes neuronales para regresión

2.3.1.2. Aprendizaje no supervisado

Los algoritmos de aprendizaje no supervisado son utilizados cuando los datos no se encuentran etiquetados ni tampoco existe un valor objetivo, de ahí la

característica de ser no supervisados pues no necesitan de la intervención humana para poder encontrar patrones o agrupaciones oculta en la estructura de los datos, esta capacidad de poder encontrar similitudes o diferencias ocultas entre los datos hacen que este algoritmo sea el ideal cuando se desea trabajar en el análisis exploratorio de datos, estrategias de negocios, segmentación de clientes y reconocimiento de imágenes (Harrington, 2012). Este tipo de algoritmos son utilizados principalmente para 2 tareas:

2.3.1.2.1. Agrupación (clustering)

El clustering es una técnica que explora los datos con el objetivo de formar grupos (clústeres) al encontrar cierto grado de similitud entre sus propias características y las de otros datos, pero los separa de otros grupos por sus diferencias (Mohri et al., 2018; Ortega et al., 2018). Esta es una gran técnica para estructurar información ya que descubre grupos que de otra manera no son posibles de identificar. Este tipo de algoritmos son utilizados con frecuencia en estrategias de marketing con la finalidad de descubrir grupos de clientes en función de sus intereses, permitiendo que las empresas puedan desarrollar programas de marketing para los distintos grupos obtenidos. La siguiente figura ilustra como el clustering puede ser aplicado en datos sin etiquetar para organizarlos en tres distintos grupos basado en la similitud de sus características.

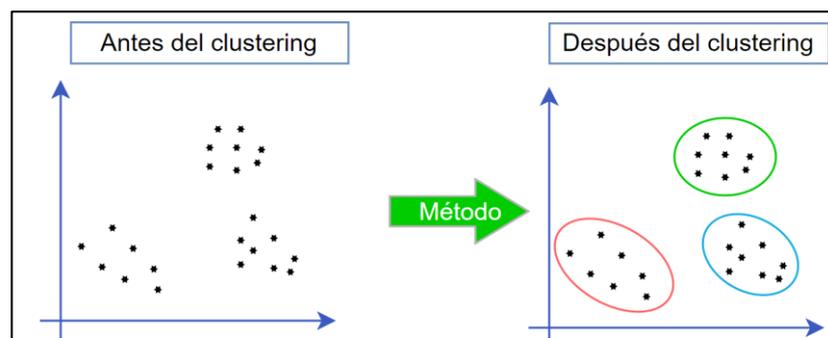


Figura 2.1 Aplicación de la técnica de clustering a datos sin etiquetar.
Figura tomada y traducida de (Camacho, 2018)

Existen ciertos tipos clustering:

- **Exclusivo**
También conocido como agrupamiento duro, este tipo de clustering estipula que un dato solamente puede pertenecer a un clúster o grupo.
- **Superpuesto**
Al contrario que el agrupamiento exclusivo en este tipo de clustering los datos pueden pertenecer a varios clústeres con cierto grado de pertenencia al grupo.
- **Agrupamiento jerárquico**
Este tipo de agrupamiento puede categorizar los datos de dos formas: aglomerados en los que cada uno de los datos es un clúster y el proceso iterativo en búsqueda de similitudes termina por

fusionar estos clústeres que pasan a formar parte de otro clúster más grande y divisivos donde todo el conjunto de datos forma parte de un solo grupo y en este caso un proceso recursivo termina por dividir este conjunto de datos en función a las diferencias entre sus características.

- **Probabilístico**

Esta técnica hace uso de la distribución de probabilidad para conformar los grupos. El modelo de mezcla gaussiana (GMM) es uno de los métodos de agrupamiento probabilístico más utilizados.

2.3.1.2.2. Reducción de dimensionalidad

La reducción de dimensionalidad trabaja con datos de alta complejidad y requiere mayor capacidad de procesamiento. Si bien se cree que mientras mayor cantidad de datos incluyamos en el modelo el resultado será más preciso en realidad no es así, debido a que procesar esta gran cantidad de datos requerirá más tiempo y recursos, además de que existe la posibilidad que el rendimiento del algoritmo de aprendizaje se vea afectado por el sobre entrenamiento al no tener datos de calidad. Es aquí donde la reducción de dimensionalidad resulta útil debido a que es capaz de reducir la cantidad de datos al encontrar correlaciones entre las características de estos, eliminando las redundancias y manteniendo los datos más relevantes al mismo tiempo que preserva la integridad del conjunto de datos (Mohri et al., 2018). La reducción de dimensionalidad es comúnmente aplicada en la etapa de preprocesamiento de datos y para favorecer la visualización de los datos.

2.3.1.3. Aprendizaje por refuerzo

Es un modelo de aprendizaje que se basa en la retroalimentación que recibe de su entorno en respuesta a sus acciones o comportamiento, el objetivo de este tipo de aprendizaje es construir modelos que, en base los refuerzos positivos o negativos que reciben del exterior, ajusten su comportamiento de tal manera que la siguiente acción realizada sea la correcta y reciba una recompensa, es así que los modelos de aprendizaje por refuerzo trabajan, definen su comportamiento, comprueban a través del tipo de refuerzo si la manera en la que actuaron fue la correcta o lo contrario (Burkov, 2019). Aprenden a base de ensayo y error. El aprendizaje por refuerzo se diferencia del aprendizaje supervisado pues no requiere un conjunto de datos etiquetados y solamente requiere de la intervención humana para verificar el comportamiento del modelo y asignar el refuerzo correspondiente, por otra parte se diferencia del aprendizaje no supervisado debido a que cuando se construye el modelo se conoce ya el resultado que se espera.

2.3.1.4. Aplicaciones del aprendizaje automático

Los beneficios del aprendizaje automático son muchos y a continuación se resaltan los más relevantes:

- **Seguridad informática**

Para la detección de software malicioso, clasificación de correo spam.

- **Reconocimiento de objetos o patrones**
Reconocimiento de rostro, voz, huellas y otros datos biométricos.
- **Análisis de mercado de valores**
Predicciones financieras en base a datos históricos.
- **Marketing**
Recomendación de productos en base a los gustos de un cliente, frecuentemente utilizados por tiendas en línea.
- **Plataformas de entretenimiento**
Recomendación del contenido que podría ser de agrado para el usuario en base a los gustos que comparte con otros usuarios.
- **Conducción autónoma**
Identificación de imágenes en tiempo real, detección de obstáculos y señales de tráfico.
- **Comprensión del lenguaje natural**
Los algoritmos de machine con la capacidad de comprender el lenguaje natural pueden sustituir a los empleados en el área atención al cliente y dirigir a los usuarios más rápidamente a la información que necesitan.

2.3.2 Redes neuronales

Las redes neuronales son técnicas dentro del área del aprendizaje automático que buscan imitar el funcionamiento de un cerebro humano el cual se compone de neuronas, que son la unidad estructural y funcional del sistema nervioso. Una neurona se compone de 3 partes: un cuerpo celular que es el lugar donde se origina la energía para el funcionamiento de la neurona, las dendritas que son prolongaciones que salen del cuerpo de la neurona y su función es la de recibir impulsos nerviosos de otras neuronas y finalmente los axones que al igual que las dendritas son prolongaciones que salen del cuerpo de la neurona pero en dirección opuesta y son las encargadas de conducir un impulso nervioso desde el cuerpo de esta célula hacia otras neuronas. Esta conexión entre dendritas y axones es conocida como sinapsis Figura 2.2.

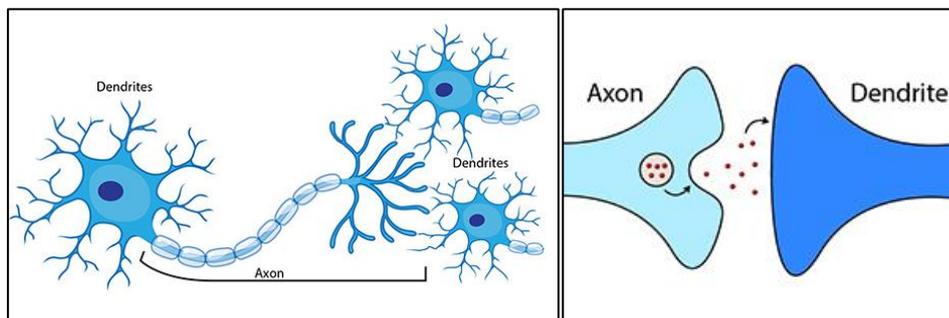


Figura 2.2. Anatomía de una red neuronal biológica.

Figura tomada de (Szymik, 2011)

Las redes neuronales buscan simular el funcionamiento de este mecanismo biológico, haciendo que los ordenadores se encuentren en la capacidad de resolver

problemas complejos al analizar y procesar la información (Aggarwal, 2018). Un modelo de una red neuronal está organizado por capas de neuronas: capa de entrada, una o más capas ocultas y una capa de salida. En estas capas las neuronas o también conocidas como nodos son las unidades básicas de procesamiento para el funcionamiento de una red neuronal, estos nodos se encuentran conectados entre sí con todos los nodos de la capa siguiente simulando la transmisión de impulsos nerviosos de una neurona a otra, esta conexión está caracterizada por un peso que actuará como el valor de entrada de la siguiente neurona e influirá en cálculo de una función matemática propia de la neurona y que fue definida en el modelo. En la salida de una neurona existe una función de activación que según el valor de entrada y del valor obtenido del cálculo de su propia función determinará si la información se transmite hacia otra neurona (Wu et al., 2018). El aprendizaje se produce cuando la propia red neuronal cambia los pesos que conectan las neuronas.

Entre las funciones de activación se encuentran las siguientes:

- Función Escalón
- Función Sigmoidal.
- Función Rectificadora (ReLU).
- Función Tangente Hiperbólica.
- Funciones de Base Radial. (Gaussianas, multicuadráticas)

Existen dos tipos de arquitecturas de redes neuronales que ampliamente utilizadas por la manera en la que se encuentran estructuradas y por los algoritmos que utilizan para entrenar la red y según el área en la que son utilizadas:

2.3.2.1. Red neuronal recurrente (RNN)

Este tipo de red neuronal tiene la característica por tener bucles de retroalimentación que consisten básicamente en que la salida anterior alimenta la entrada de todas las demás neuronas a manera de un bucle. Son redes neuronales que tienen un muy buen desempeño cuando se trabajan con datos como texto, series temporales, y datos biológicos debido a que contienen dependencias secuenciales entre sus atributos (Aggarwal, 2018; Haykin, 2008).

Cuando se trabaja con datos de series temporales, los valores están estrechamente relacionados entre sí, así pues cuando se observa solamente valor en el tiempo, este pierde información clave sobre las relaciones entre los demás valores, pero cuando forma parte de un conjunto evidencia las relaciones existentes, por ejemplo la relación existente entre el crecimiento poblacional de un país y el crecimiento de su economía.

Al trabajar con textos es importante tener en cuenta la secuencia en la que las palabras se encuentran organizadas para obtener mejores conocimientos semánticos. Es así como cuando se trabaja con comentarios de usuarios en el tiempo, una red neuronal deberá comprender el contexto del mensaje y ubicarlo en el tiempo en el que fue emitido, con el fin de que para una red neuronal deberán ser más importantes los comentarios recientes que los comentario emitidos hace un tiempo atrás.

Los datos biológicos por su parte al contener secuencias que corresponden a componentes que conforman el ADN, dan lugar a que las redes neuronales recurrentes sean implementadas en esta área y así permitir la construcción de herramientas predictivas basadas en los patrones que esconden estas secuencias.

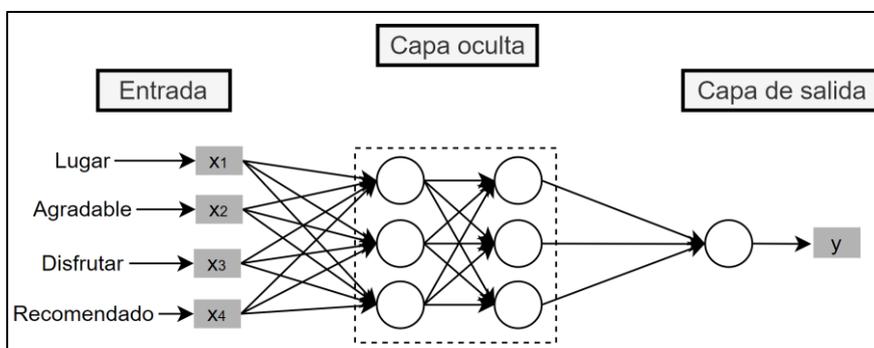


Figura 2.3. Uso de una red neuronal para el análisis de sentimientos.
Figura tomada y traducida de (Aggarwal, 2018)

- **Long short-term memory (LSTM)**

Long short-term memory es una arquitectura de red neuronal recurrente con la habilidad de recordar estados o experiencias previas a más largo plazo durante el proceso de aprendizaje, este tipo de redes recurrentes almacenan la información en una clase de memoria en el propio modelo, esta memoria es representada como una celda de estado o celda LSTM, y permite que datos sobre el estado puedan ser añadidos o removidos al contar con compuertas para este proceso, estas compuertas son: de entrada (input o update gate) que permite que nuevos datos sean ingresados a la memoria, para olvidar (forget gate) permitiendo que la información sea removida de la memoria y finalmente de salida (output gate) que libera información que afecte el valor del siguiente estado. La activación de estas compuertas se decide en base a los pesos (Aggarwal, 2018).

2.3.2.2. Redes neuronales convolucionales (CNN)

Las redes neuronales convolucionales imitan a las células visuales presentes en la corteza visual de los seres humanos, de manera que son redes neuronales con la capacidad de reconocer e identificar objetos. Este tipo de red neuronal se compone de capas cada una de ellas especializadas en extraer determinadas características y van desde las capas más simples hasta las más complejas (Aggarwal, 2018; Alvarado et al., 2020). Están diseñadas para trabajar con entradas dispuestas en cuadrícula como por ejemplo las imágenes. Una red convolucional se caracteriza por realizar una operación de convolución que consiste en obtener el producto escalar entre una matriz de datos de tamaño $n \times n$ como entrada y una matriz de pesos de tamaño $m \times m$ conocido como kernel o filtro. Esta operación consiste en que el filtro sea aplicado a la matriz de entrada de manera que el resultado obtenido sea una nueva matriz con nuevos valores.

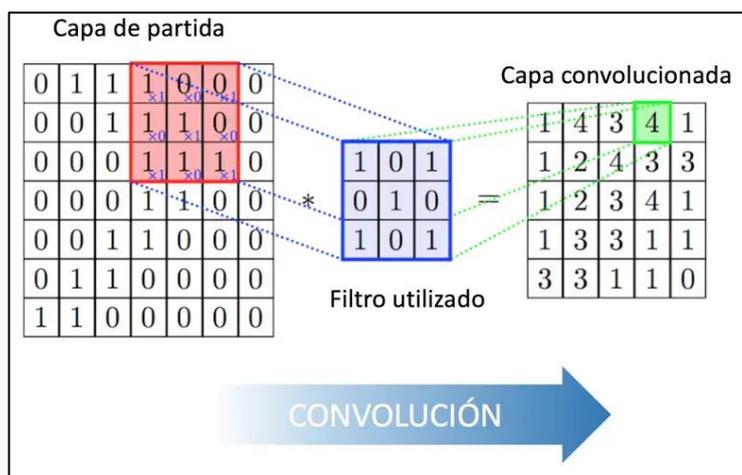


Figura 2.4. Operación de la convolución en una red neuronal.
Figura tomada de (Calvo, 2017)

2.4. Ingeniería de Software

En esta sección se aborda la ingeniería del producto de este trabajo de titulación. Para ello primeramente se verá la arquitectura, en segundo lugar la metodología de desarrollo y finalmente las tecnologías utilizadas en el proyecto.

2.4.1. Arquitectura N capas

Este tipo de arquitectura tiene el objetivo de separar las partes que componen un software en capas lógicas con la finalidad de gestionar y controlar de mejor manera el desarrollo que se lleva a cabo en cada una de ellas (Tanenbaum & Van Steen, 2008). A continuación se abordarán las capas que componen este proyecto.

- **Capa de usuario**
Esta es una capa visible para el usuario, dicho de otra manera, es la interfaz del usuario. En esta capa la información, como resultado del procesamiento realizado, es presentada al usuario para su comprensión. También es la encargada de capturar la información proporcionada por el usuario realizando un mínimo de procesamiento al comprobar que no hay errores en el formato y enviarla a la capa inferior.
- **Capa de negocio**
En esta capa se encuentra toda la lógica del programa que se ejecuta. Aquí se receipta la solicitud hecha por el usuario junto con la información ingresada procediendo a procesarla, esta capa se comunica tanto con la capa de datos para almacenar o recuperar datos como con la capa de usuario o presentación para, una vez realizado el procesamiento de la información, presentar el resultado obtenido.
- **Capa de datos**
Es la capa en la que reside la información manejada por el sistema. Es en esta capa donde se gestiona el almacenamiento y la recuperación de la información al ser solicitada por la capa de negocio.

2.4.2. Metodología de desarrollo ágil Scrum

Scrum es una metodología de desarrollo ágil que se caracteriza por su flexibilidad ante nuevos cambios y requisitos. Permite revisar lo que se está realizando, dando lugar a la posibilidad de mejorar e incrementar la funcionalidad durante el desarrollo (Rubin, 2012).

Dentro de Scrum existen roles y cada uno de ellos cumple una función específica y son responsables de las tareas definidas. Estos roles son:

- **Product Owner**
Es el responsable de la comunicación con el cliente y el responsable de gestionar las tareas dentro del product backlog.
- **Scrum Master**
El scrum master es quien debe asegurarse que las bases y técnicas de la metodología sean aplicadas dentro del desarrollo y que sean comprendidas por el equipo de desarrollo. Además, es quien ayuda al equipo de trabajo a solucionar los inconvenientes durante el desarrollo.
- **Equipo de desarrollo**
Son los encargados de realizar las tareas, es decir son los que desarrollan el producto.

El **sprint** es la parte más importante de Scrum, es un periodo de tiempo comprendido de una hasta cuatro semanas dentro de las cuales el equipo de trabajo debe desarrollar las tareas planificadas. Con la terminación de un sprint se obtienen entregables o incrementos dentro del desarrollo del producto (Rubin, 2012).

Dentro de un sprint intervienen los siguientes eventos:

- **Planificación del sprint**
Son reuniones llevadas a cabo con la finalidad de definir cuáles serán las tareas por realizar y cuál es el objetivo por cumplir con el sprint.
- **Reuniones de equipo**
Son reuniones de no más de 15 minutos en los que el equipo de desarrollo y el Scrum Master comentan que es lo que se hizo, que es lo que se hará y si existen impedimentos en el desarrollo.
- **Revisión del sprint**
Es una reunión a la que asisten el product owner y el cliente y en la que se presenta lo que se ha desarrollado, mostrando su funcionamiento.
- **Retrospectiva del sprint**
Es la reunión del equipo al finalizar un sprint, en la que se evalúa lo que se hizo bien, lo que se hizo mal y los inconvenientes que existieron, con la finalidad de realizar mejoras y evitar estos inconvenientes, y corregir lo que se hizo mal.

Existen también elementos llamados artefactos Scrum y cuya finalidad es la de garantizar la transparencia de la información permitiendo llevar un registro de esta, entre los artefactos Scrum están:

- **Product backlog**
Es un listado completo de los requerimientos del usuario sobre un proyecto, el producto backlog esta únicamente a cargo del Product Owner y será el único con la capacidad de ordenar y añadir ítems.
- **Sprint backlog**
Es un listado conformado por las tareas elegidas y destinadas a ser desarrolladas dentro de un sprint, es así como un sprint backlog pasa a ser un registro o evidencia de lo que se entrega al finalizar un sprint.

2.4.3. Tecnologías del proyecto

Tabla 2.1 Tecnologías del proyecto

Nivel	Subsistema	Tecnología	Descripción
Presentación	Web	HTML	Lenguaje de Marcas de Hipertexto para el desarrollo de páginas web
		CSS	Lenguaje para la composición y estructuración de páginas web.
		Typescript	lenguaje de programación multiparadigma, definido como define como una especie de superset de JavaScript.
		Angular	Framework para el desarrollo de aplicaciones web que utiliza otros lenguajes de programación como Typescript/JavaScript, HTML, CSS.
		Iframe	Es un elemento HTML que permite incrustar otro documento HTML dentro del documento actual.
Negocio	Aplicación	Python	Lenguaje de programación interpretado y multiparadigma.
		Django	Framework web para el desarrollo de aplicaciones siguiendo el patrón de arquitectura modelo- vista - controlador.
		Web services	Es una tecnología que utiliza ciertos protocolos y estándares para la transmisión de información entre servidores o aplicaciones.
Datos	Base de datos	MySQL	Sistema de gestión de bases de datos relacionales con una arquitectura cliente-servidor

Capítulo 3 : Marco metodológico

En este capítulo se detallará la especificación de requerimientos relacionados al desarrollo del sistema del chatbot.

3.1. Especificación de requerimientos

Identificar y documentar los requerimientos es una tarea necesaria y fundamental para el correcto desarrollo de un proyecto de software ya que, permite comprender la naturaleza del proyecto y precisar la manera en la que se desarrollará el sistema. La falta de requerimientos en el desarrollo de un proyecto lo conduce a fracasar pues, no se conoce lo que se debe realizar, no se pueden realizar estimaciones de tiempo ni costos y finalmente no permiten conocer cuando se cumplió con una tarea y se debe pasar a la realización de la siguiente.

Siguiendo el estándar ISO/IEC/IEEE 29148:2011 el documento con la especificación de requerimientos se encuentra estructurado de la siguiente manera.

- Introducción
 - Propósito
 - Alcance
 - Visión General del Producto
 - Perspectiva del producto
 - Funciones del producto
- Referencias
- Especificación de Requerimientos
 - Requerimientos Funcionales
 - Requerimientos No Funcionales
 - Requerimientos de disponibilidad
 - Requerimientos de rendimiento
 - Requerimientos de desarrollo
 - Interfaces de usuario
 - Aplicación web
 - Chatbot
 - Empresa

3.1.1 Introducción

En este capítulo se define la especificación de requerimientos de software para el desarrollo de un chatbot, en esta especificación de requerimientos se brinda una perspectiva del sistema, se dan a conocer las funciones del sistema y el resultado que se espera de las mismas, además se detallan los requerimientos tanto funcionales como no funcionales.

3.1.1.1. Propósito

Este sistema cumple como un asistente en línea (chatbot) para tiendas virtuales en comercio electrónico, para contribuir en el área de servicio o asistencia al cliente, permitiendo a través de su lógica resolver inquietudes de los clientes sobre el negocio y sus productos y pudiendo recibir comentarios sobre la experiencia de usuario.

3.1.1.2. Alcance

Este sistema habilitará la interfaz de un chatbot y su lógica permitiendo a una empresa incrustar la interfaz de un chatbot en una página web para el uso de sus cliente en su tienda en línea ofreciendo simplicidad, rapidez y continuidad operativa. Y por otra parte el sistema tiene un servicio en el que las empresas podrán crear o actualizar la base de datos de sus productos.

3.1.1.3. Visión general del producto

3.1.1.3.1. Perspectiva del producto

El desarrollo de este sistema está planteado para funcionar en cualquier plataforma dentro de un entorno web debido a su diseño adaptable en el que la interfaz puede variar de una plataforma a otra pero el funcionamiento es el mismo. En la Figura 3.1 se puede apreciar cómo tanto un usuario y una empresa interactúan con el sistema, los usuarios con el chatbot y una empresa con el sistema de administración de la empresa para cargar o actualizar sus productos.

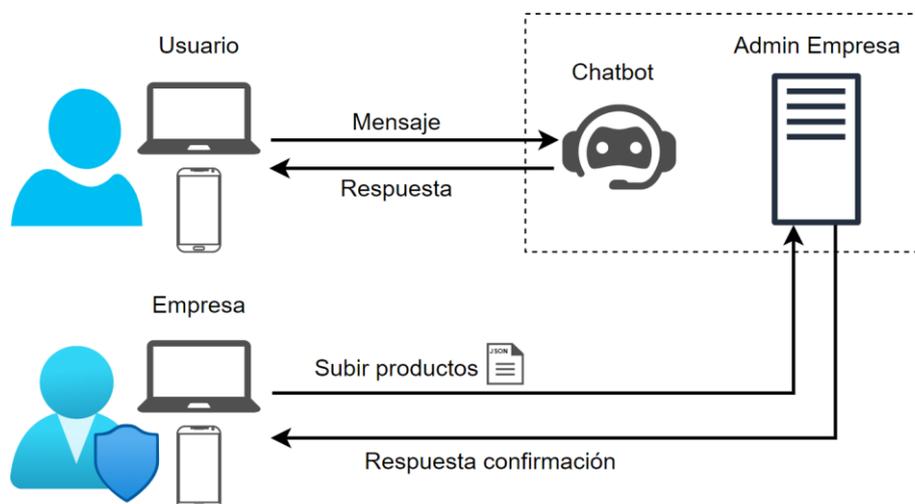


Figura 3.1. Vista general del sistema

3.1.1.3.2. Funciones del producto

Las funciones descritas a continuación se encuentran agrupadas por servicios

Servicio web

- **Empresa**
 - **Administrar productos:** Permite a la empresa crear o actualizar los productos en la base de datos de productos al poder cargar un archivo formato JSON con una estructura específica que contiene el listado de los productos.

Servicio del chatbot

- **Usuarios**

- **Informar sobre productos:** Es una función en la que se indica al chatbot que se desea consultar sobre un producto de la empresa.
- **Recibir comentarios:** El comentario de un usuario debe ser analizado por la red neuronal para el análisis de sentimientos.
- **Contestar otras preguntas:** Permite responder a una pregunta realizada por un usuario haciendo uso de un modelo de procesamiento del lenguaje natural que determinará la respuestas más acertada.

3.1.2 Referencias

La especificación de los requerimientos del proyecto se encuentra diseñada en base a los lineamientos establecidos por el estándar ISO/IEC/IEEE 29148:2011.

3.1.3 Especificación de requerimientos

3.1.3.1. Requerimientos funcionales

Los requerimientos funcionales expresan las características que debe cumplir un sistema. Cada uno de los requerimientos está asociado a una secuencia de estímulos y respuestas, formando así un escenario.

A continuación se presentarán los requerimientos funcionales relacionados a:

- **Servicio del chatbot.**

Servicio Chatbot	
Identificador CH-01	Nombre Recibir comentarios
Descripción El chatbot debe permitir a los usuarios dejar comentarios sobre la experiencia del usuario y retornar una respuesta en base al análisis de ese comentario.	
Entrada Opción del menú (“Dejar un comentario”) Mensaje del usuario con el comentario.	
Proceso La interfaz del chatbot deberá mostrar en el menú la opción “Dejar un comentario”. El comentario recibido deberá ser analizado por el modelo de la red neuronal.	
Salida La respuesta del análisis deberá retornar como mensaje de respuesta del chatbot a la interfaz del usuario.	
Prioridad Alta	

Servicio Chatbot	
Identificador CH-02	Nombre Consultar Producto
Descripción El chatbot debe permitir a los usuarios consultar sobre los productos de la empresa.	
Entrada Opción del menú (“Consultar un producto”) Mensaje del usuario con el nombre del producto.	
Proceso La interfaz del chatbot deberá mostrar en el menú la opción “Consultar un producto”. A continuación el chatbot debe recibir como entrada del usuario el nombre del producto. La lógica del chatbot debe realizar la búsqueda del producto dentro de la base de datos.	
Salida La respuesta de la búsqueda deberá contener: <ul style="list-style-type: none"> • Nombre del producto • Rating • Tipo de cocina • Ingredientes 	
Prioridad Alta	

Servicio Chatbot	
Identificador CH-03	Nombre Responder a preguntas
Descripción El chatbot debe responder a preguntar frecuentes sobre la empresa.	
Entrada Mensaje del usuario con la pregunta.	
Proceso Al recibir un mensaje que implica una pregunta, la lógica del chatbot deberá hacer uso de un modelo PLN para procesar la pregunta y así determinar la respuesta adecuada.	
Salida El chatbot deberá mostrar en el flujo de mensajes la respuesta que retorna el modelo PLN.	
Prioridad Alta	

- **Servicio web**

Servicio Web	
Identificador SW-01	Nombre Cargar productos
Descripción Permitir a la empresa cargar un archivo formato JSON que contiene el listado de productos.	
Entrada Archivo JSON.	
Proceso El sistema deberá mostrar una interfaz en la que se permitirá subir un archivo JSON con el listado de productos. El sistema recibe el archivo JSON y procede a crear o actualizar los productos	
Salida Mensaje con el estado de la operación <ul style="list-style-type: none"> • Productos cargados correctamente • Ocurrió un error durante la inserción de los productos 	
Prioridad Alta	

- **Aplicación web**

Aplicación Web	
Identificador UI-01	Nombre Incrustar interfaz
Descripción La interfaz del chatbot deberá permitir que sea insertada en una cualquier página web.	
Entrada -	
Proceso El diseño de la interfaz deberá ser adaptable a varios dispositivos sin perder la forma y distribución de los elementos.	
Salida -	
Prioridad Alta	

Aplicación Web	
Identificador UI-02	Nombre Mantener estado del chatbot
Descripción La aplicación deberá mantener el estado actual del chatbot durante la sesión.	
Entrada -	
Proceso El flujo de mensajes deberá mantenerse al refrescar la página de manera que no se pierda la interacción. La sesión deberá mantenerse hasta que la página web o el navegador web se cierre.	
Salida -	
Prioridad Media	

3.1.3.2. Requerimientos no funcionales

3.1.3.2.1. Requerimientos de disponibilidad

El sistema debe mantenerse operativo las 24 horas del día y los 7 días de la semana, garantizando la continuidad operativa del área de atención al cliente.

3.1.3.2.2. Requerimientos de rendimiento

- **Tiempo de respuesta**

Para una carga normal de usuarios (entre 1-30) se espera que los tiempos de respuesta sean:

- La respuesta del chatbot para la consulta de productos se espera que sea menor a un segundo.
- La respuesta del chatbot al recibir un comentario se espera que no tarde más de un segundo.
- La respuesta para las preguntas frecuentes se espera que sea menos de un segundo.

Para una carga alta de usuarios (más de 30 usuarios) se esperan tiempos respuesta entre:

- La respuesta del chatbot para la consulta de productos se espera que sea menor a dos segundos.
- La respuesta del chatbot al recibir un comentario se espera que no tarde más de dos segundos.
- La respuesta para las preguntas frecuentes se espera que sea un segundo.

3.1.3.2.3. Requerimientos de desarrollo

El sistema deberá ser desarrollado en base a una arquitectura de 3 capas: datos, negocio, presentación.

3.1.3.3. Interfaces de usuario

En esta sección se presentarán los prototipos o diseños planteados para el desarrollo de las interfaces de usuario tanto para la aplicación del chatbot como para la de la creación de productos.

Aplicación web

- **Chatbot**

Las interfaces web de usuario deberán cumplir con ser simples, claras, amigables, fáciles de usar. A continuación se presentan diseños o prototipos de las interfaces de la aplicación.

En la Figura 3.2 se presenta la plantilla en la que se puede observar un ícono que funciona como un botón y que desplegará el chatbot al presionarlo, este botón permanecerá en la misma ubicación durante la navegación en la página web.

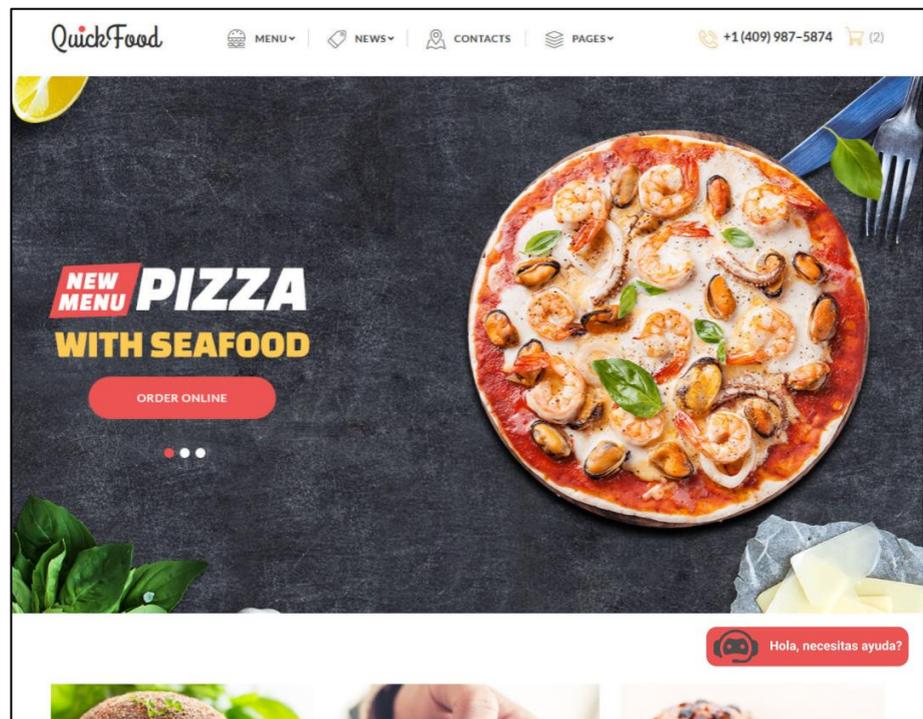


Figura 3.2. Chatbot incrustado en una página web

En la Figura 3.3 se presenta el chatbot desplegado una vez que su ícono haya sido seleccionado y se puede observar el diseño de la ventana del chatbot con el flujo de mensajes, un menú, la entrada del texto y un botón para enviar el mensaje.

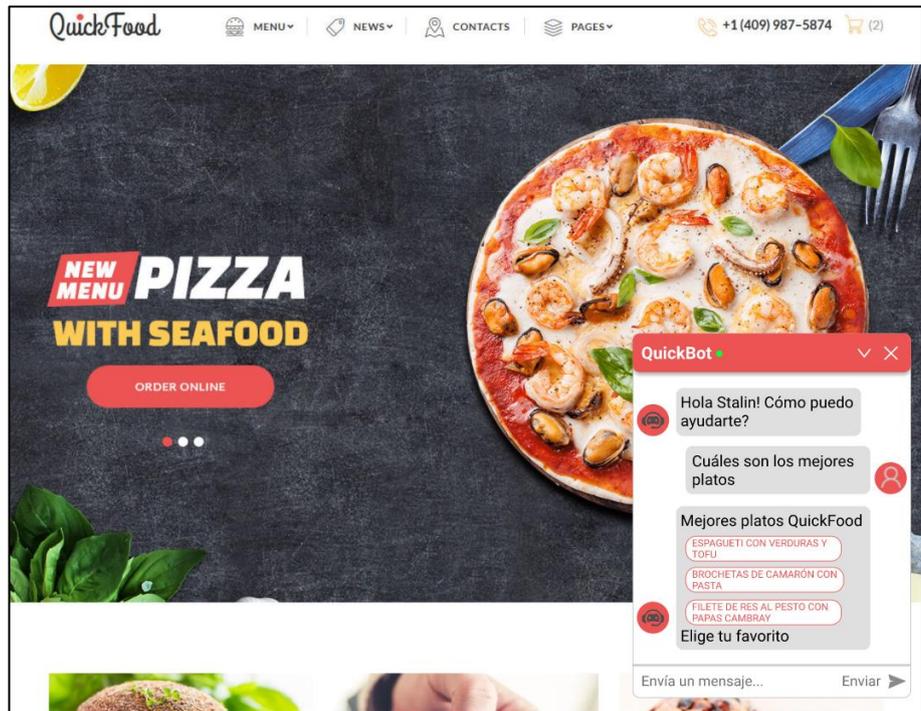


Figura 3.3. Diseño del chatbot

La siguiente figura muestra el resultado de haber seleccionado una opción del menú, la selección muestra la información de un producto. El nombre del producto y una descripción del producto
Figura 3.4.

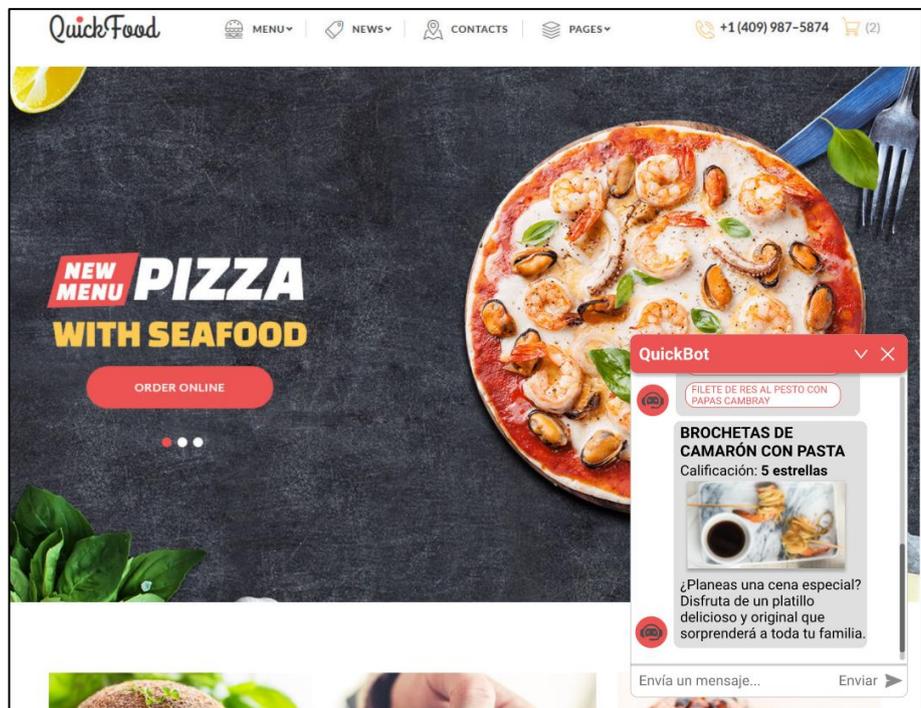


Figura 3.4. Información de un producto seleccionado.

- **Empresa**

Para la administración de productos por parte de la empresa, existe una página en la que se solicita que un archivo JSON con el listado de productos sea cargado, y también se observan los posibles mensajes de respuesta a la realización de esta tarea Figura 3.5.



Figura 3.5. Página para cargar un archivo JSON con los productos

Capítulo 4 : Diseño y arquitectura

En este capítulo se abordará en primer lugar el modelado del sistema, en segundo lugar la arquitectura del sistema y finalmente la arquitectura del chatbot.

4.1. Modelado del sistema

El modelado es una técnica que permite representar y visualizar lo que comprende un sistema y son utilizados como base para la construcción de este. En los siguientes diagramas se representaran los distintos procesos implicados en el sistema de un chatbot.

4.1.1 Diagrama de actividades

Los diagramas de actividades permiten visualizar las actividades que se realizan dentro de un proceso.

En la figura 4.1 se observa el diagrama de actividades para cargar archivo JSON y crear o actualizar productos dentro de la tabla productos.

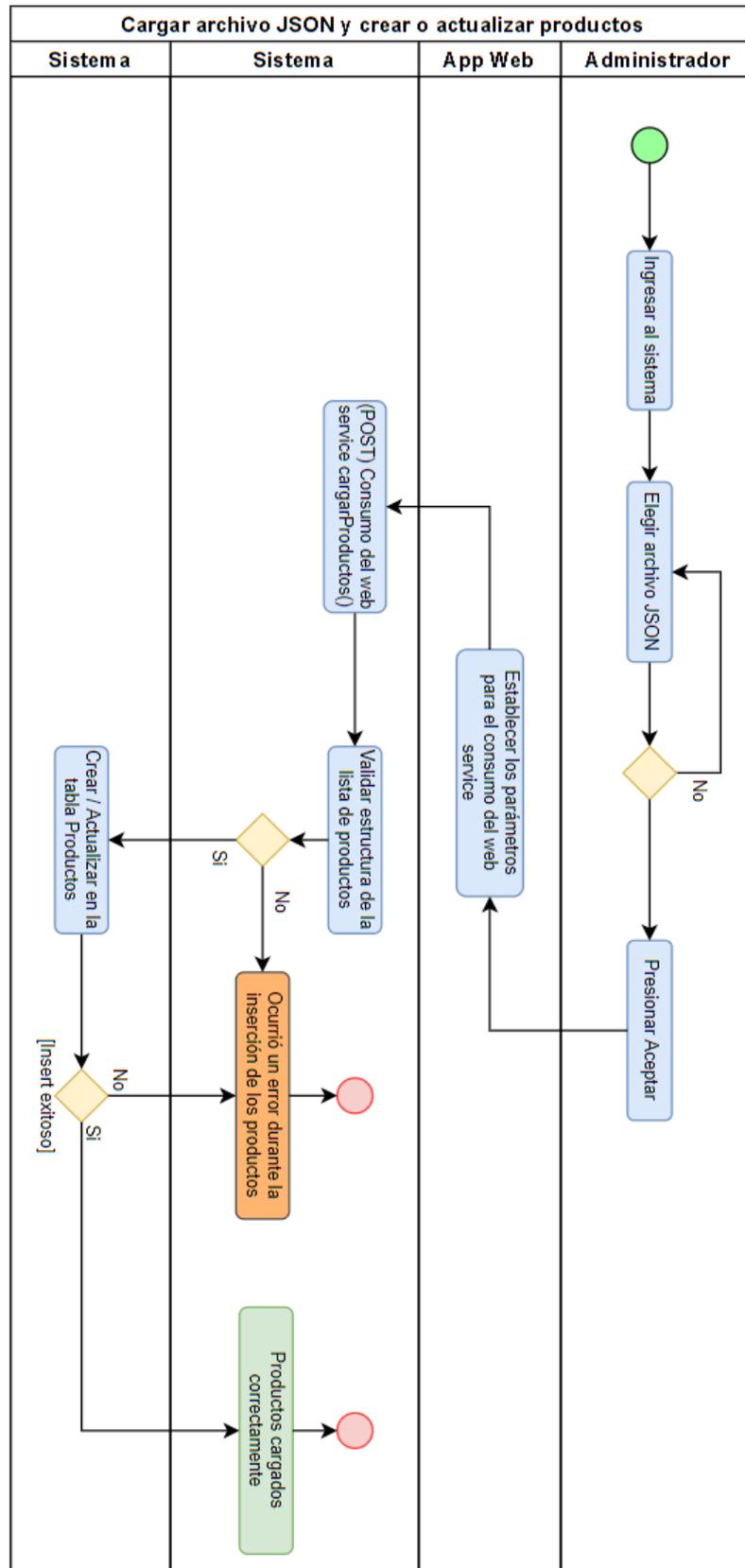


Figura 4.1 Diagrama de actividades crear o actualizar productos

En la Figura 4.2 se detalla el proceso para responder a las preguntas frecuentes enviadas por el usuario a través de un mensaje o al seleccionar una de las opciones rápidas del menú.

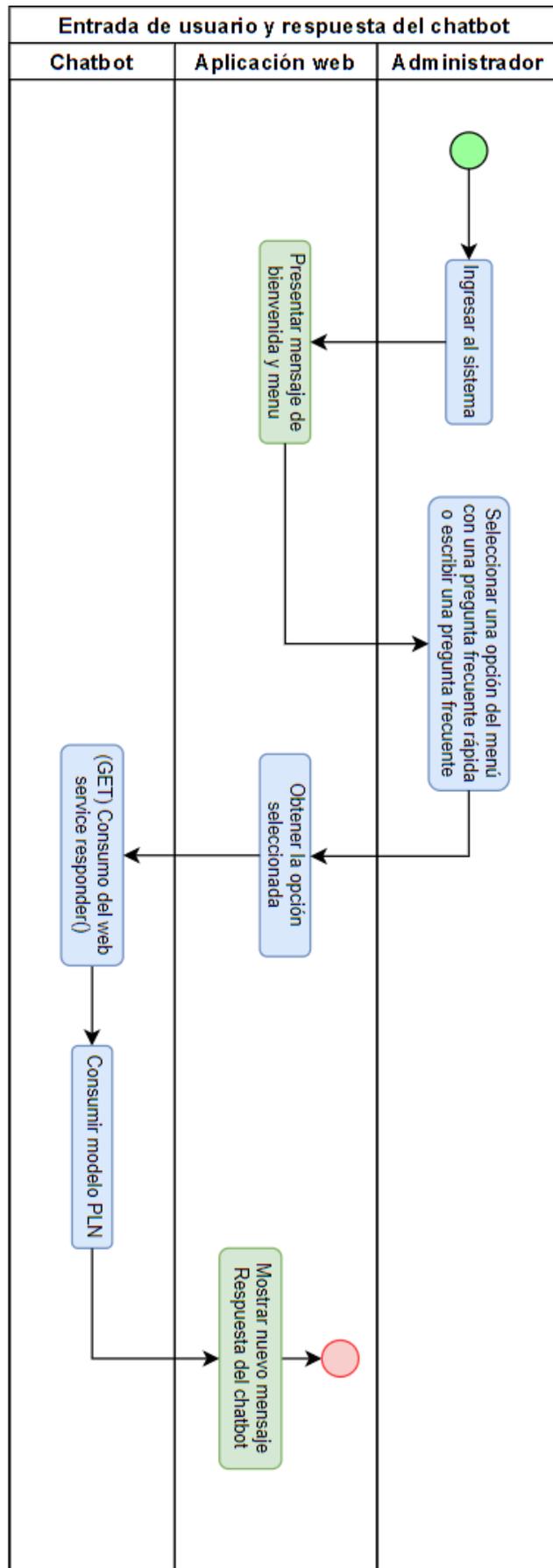


Figura 4.2 Interacción usuario chatbot - preguntas frecuentes.

En la Figura 4.3 se presenta el proceso para la consulta de un producto.

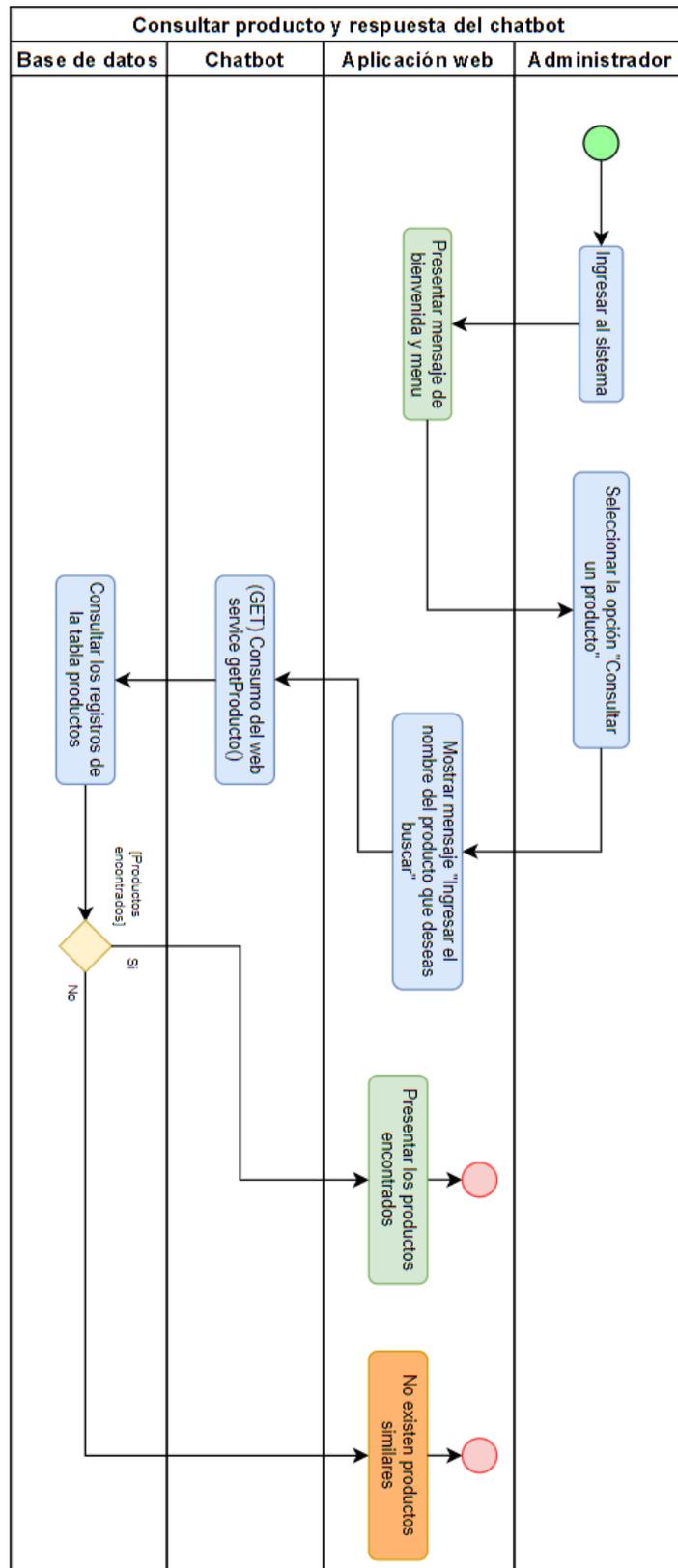


Figura 4.3 Consultar productos

Para recibir un comentario, el proceso se encuentra detallado en el diagrama de la Figura 4.4

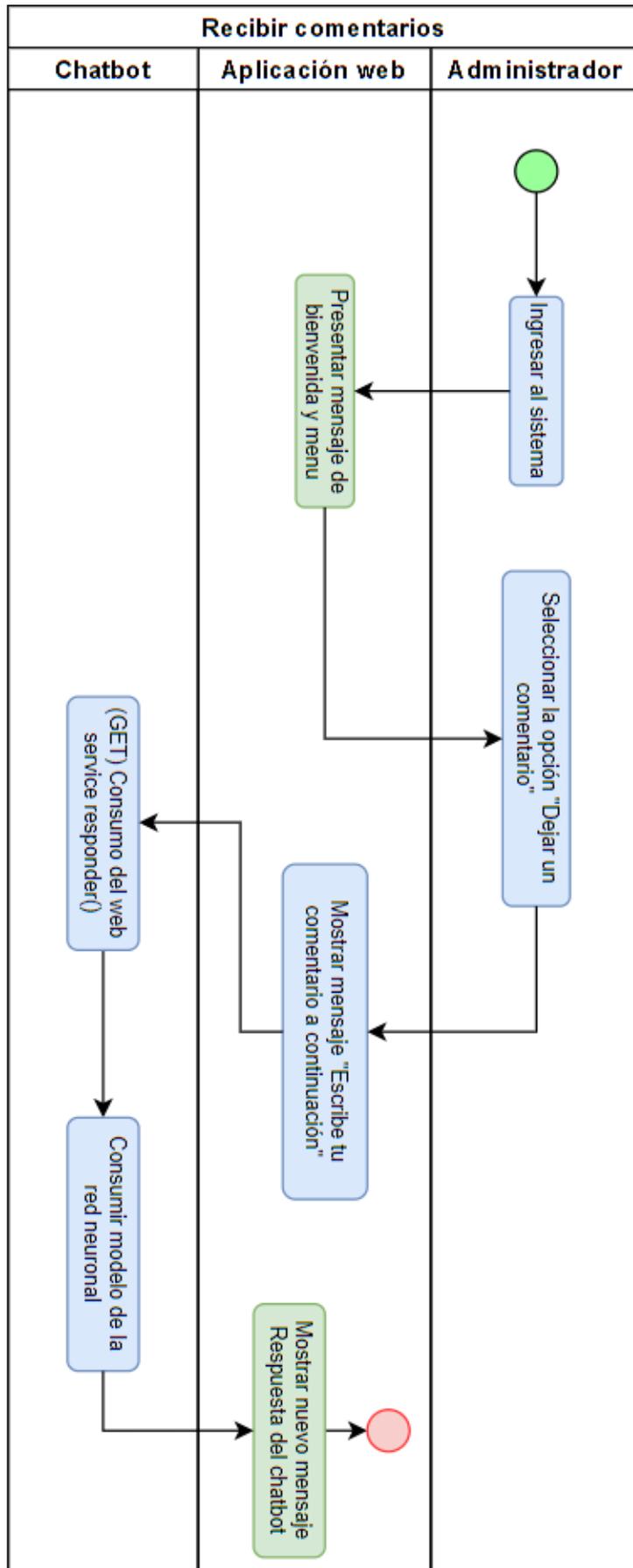


Figura 4.4 Recibir un comentario

4.1.2 Diagrama con el flujo del chatbot

El flujo que sigue el chatbot para responder a las consultas del usuario se presenta en la Figura 4.5

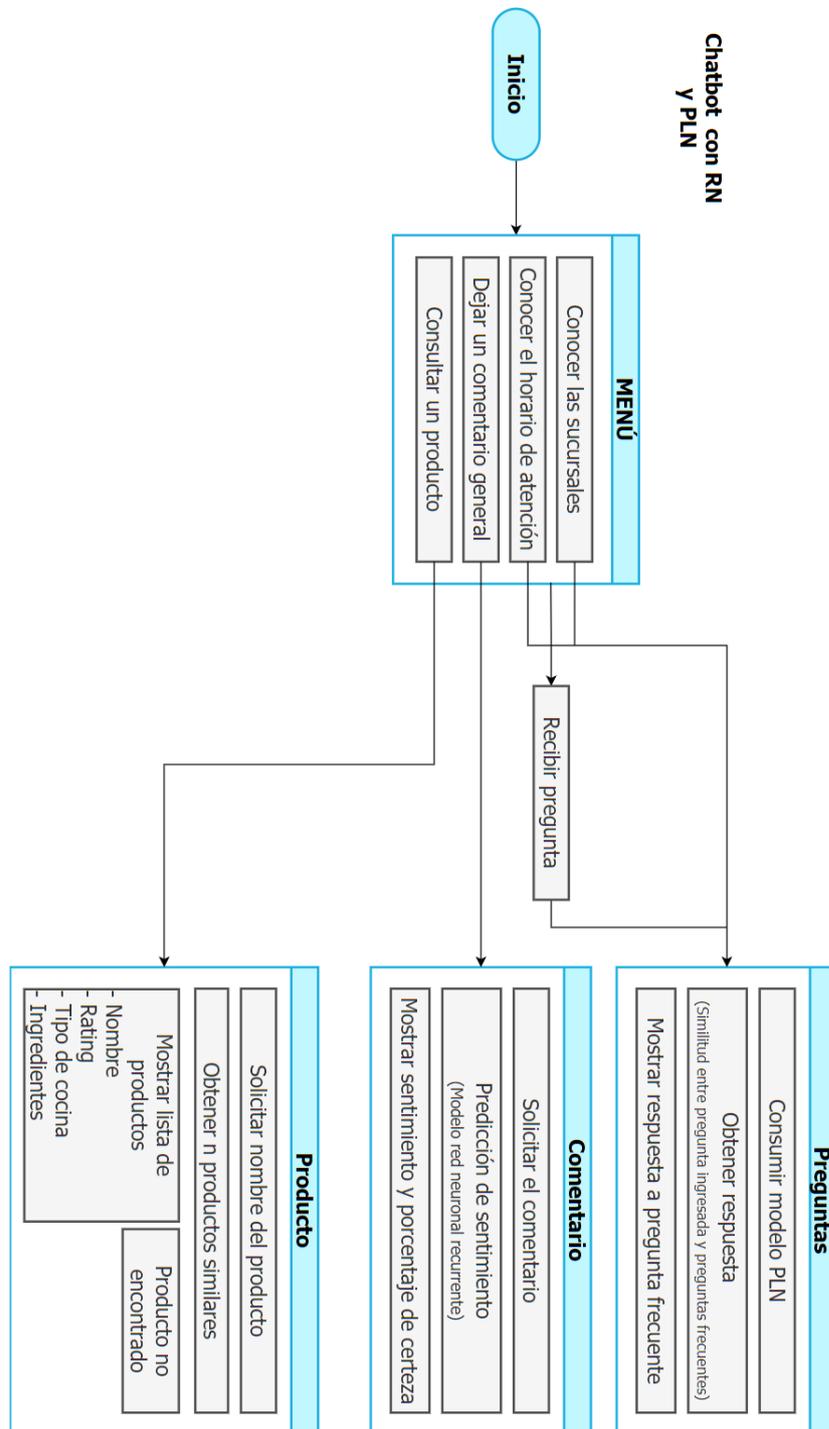


Figura 4.5 Flujo del chatbot

4.2. Arquitectura del sistema

La arquitectura de un sistema indica como un sistema se ha de construir y tiene como objetivo reflejar la estructura, funcionamiento e interacción de las partes del software, para describir de una manera más comprensible la estructura de un sistema se utilizan

distintos tipos de diagramas. a continuación se detallarán los diagramas desarrollados para la construcción del sistema de un chatbot.

Con la finalidad de representar la arquitectura del sistema del chatbot se ha optado por hacerlo a través de distintas vistas que permiten reflejar la organización, conformación e interacción de cada una de las partes que lo conforman.

4.2.1 Vista de desarrollo

Cumpliendo con el requisito no funcional de desarrollo, la aplicación deberá estar diseñada bajo una arquitectura n capas (datos, negocio y presentación), esta arquitectura permite que un sistema separe el trabajo en capas o niveles organizadas jerárquicamente, dentro de esta arquitectura una capa no podrá saltar capas para establecer comunicación con otras, solamente podrá comunicarse con la capa del nivel previo o siguiente en la organización de capas. En esta arquitectura cada capa puede contener la cantidad de componentes que sean necesarios para cumplir con el objetivo o función de la capa. En la Figura 4.6 se puede observar la arquitectura por capas del sistema del chatbot

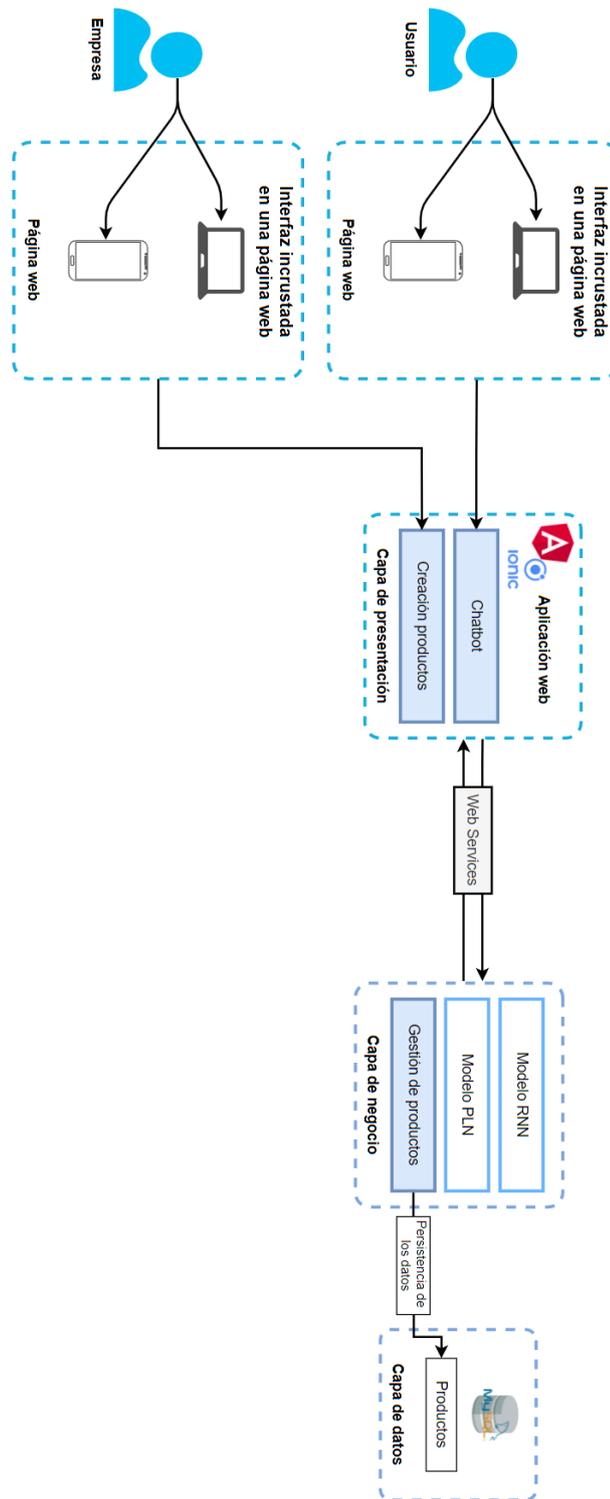


Figura 4.6 Arquitectura N capas del sistema

El sistema del chatbot se compone de una capa de datos que contiene a un sistema gestor de base de datos, la capa de negocio contiene a la aplicación que a su vez contiene a los componentes del modelo de la red neuronal, el componente del modelo PLN y el componente para la gestión de productos y finalmente una capa de presentación que se comunica con la capa de negocio a través de web services, esta capa de presentación proporciona la interfaz del chatbot la cual podrá ser incrustada en una página web.

Tabla 4.1 Tecnologías para la arquitectura n capas

Capa	Función	Tecnologías
Presentación	Interfaz del chatbot	Angular
	Actualizar productos	Ionic
	Consumir WS de la capa de negocio	Node js
Negocio	Consumo de la red neuronal	Python
	Consumo del modelo PLN	
	Persistencia de datos	
	Lógica del chatbot	
	Exponer los servicios	
Datos	Almacenamiento de datos	MySQL

En la capa de datos se encuentra un servidor de base de datos MySQL que almacena en una base de datos los productos que serán consultados.

La capa de negocio contiene a la aplicación del chatbot que a su vez contiene componentes que conforman la lógica del chatbot (red neuronal y PLN), esta capa contiene también a la aplicación para la gestión de los productos. Esta aplicación se comunica con la capa de datos para realizar la consulta de los registros almacenados en la base de datos y con la capa de presentación al exponer servicios web para las funciones de realizar una pregunta, dejar un comentario o consultar un producto.

Por otra parte la capa presentación es la encargada del desarrollo de la interfaz de la aplicación web del chatbot y de la administración de productos, esta aplicación se encuentra desarrollada en Ionic en integración con Angular y utiliza los servicios proporcionados por la capa de negocio. Esta capa es la encargada de proporcionar la interfaz del chatbot para ser incrustada en cualquier otra página HTML.

4.2.2 Vista física

La vista física permite evidenciar la topología del sistema y la comunicación que existe entre los componentes, esta vista puede ser representada a través de un diagrama de despliegue. En la Figura 4.7 se presenta el diagrama de despliegue del sistema del chatbot en el que se observa la interacción entre los componentes.

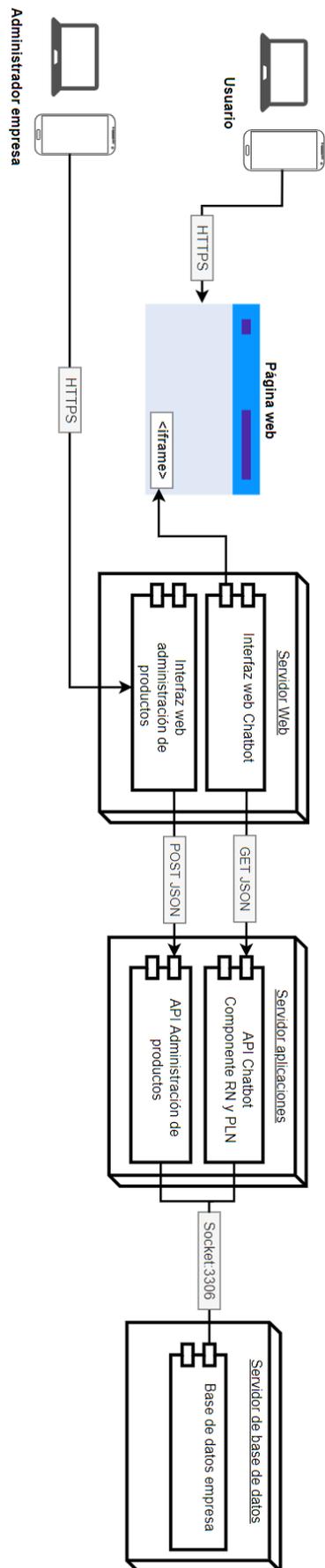


Figura 4.7 Diagrama de despliegue

Un usuario consumirá el servicio del chatbot a través de la interfaz insertada en la página web de la tienda en línea, por otra parte a través de una página web el administrador de la empresa podrá consumir el servicio para la administración de los productos. Esta comunicación será a través de protocolos HTTPS y HTTP.

La interfaz web del chatbot y de la administración de productos se encuentra en un solo servidor, el servidor web se conectará con el servidor de aplicaciones a través de servicios web a través del conjunto de protocolos que esto conlleva, GET para la comunicación con la API del chatbot y POST para la comunicación con la API para la administración de productos.

El servidor de aplicaciones se comunica con el servidor web a través de puerto 3306 para consultar los registros de la tabla de productos dentro de la base de datos creada para la empresa.

4.3. Arquitectura del chatbot

El chatbot se encuentra dentro de la aplicación contenida en la capa de negocio,

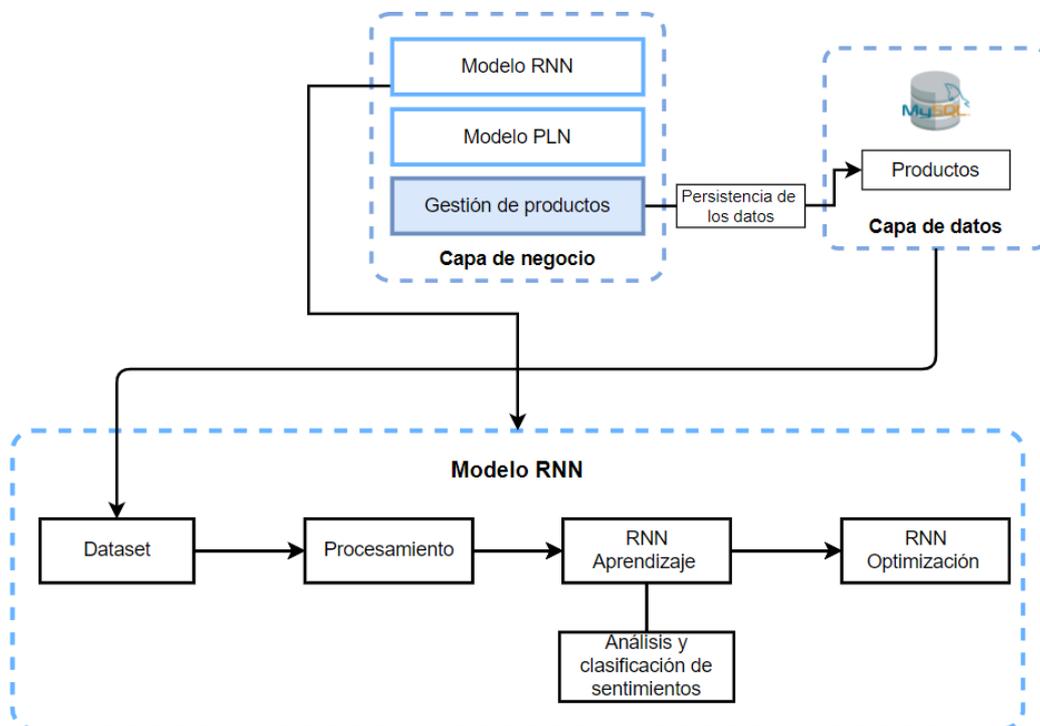


Figura 4.8. Arquitectura del chatbot en la capa de negocio

4.3.1. Modelo PLN

En la Figura 4.9 se observa el proceso que se lleva a cabo por el modelo PLN en el chatbot

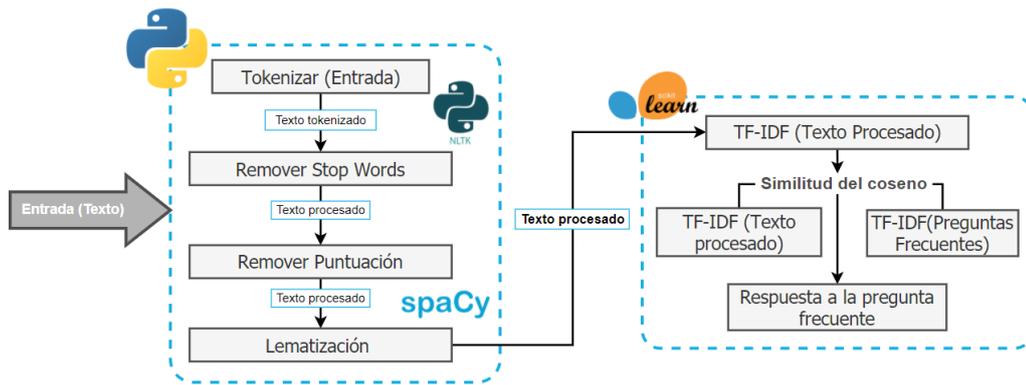


Figura 4.9 Modelo PLN

El modelo PLN dentro de la aplicación del chatbot recibe como entrada el texto enviado por la capa de presentación a través del servicio web, el primer paso es tokenizar el texto de entrada que es un proceso que consiste en separar un fragmento de texto en unidades más pequeñas llamadas tokens.

Después de haber tokenizado el texto de entrada se pasa a remover las palabras que no tienen ningún significado en el texto, a este proceso se lo denominó remover stop words.

Luego de haber removido las palabras sin significado, se procede a remover los signos de puntuación en el texto, de manera que estos signos no intervengan en el proceso que viene a continuación, la lematización proceso en el que cada palabra es convertida de regreso a su forma canónica o de diccionario.

El mismo proceso es realizado con las preguntas frecuentes, que ya han sido determinadas por la empresa, una vez que la pregunta de entrada y las preguntas frecuentes hayan llegado hasta el proceso de la lematización se procede a armar la matriz TF-IDF con cada una de las palabras, después de haber conformado la matriz se pasa a obtener la similitud del coseno entre la pregunta realizada y las preguntas frecuentes de la empresa.

Al determinar la similitud entre la entrada y una pregunta frecuente el paso que sigue este proceso es retornar la respuesta de esa pregunta frecuente de vuelta a la capa de presentación.

4.3.2. Arquitectura de la red neuronal recurrente

En la Tabla 4.9 se presenta la arquitectura de la red neuronal recurrente para el análisis de sentimientos en el comentario de un usuario.

Tabla 4.2 Arquitectura de la Red neuronal recurrente (tipo LSTM)

Capa Embedding		
INPUT_DIM Tamaño del vocabulario	OUTPUT_DIM Tamaño de los vectores de incrustación	INPUT_LENGTH Tamaño de las secuencias de entrada
200	128	191
Capa SpatialDropout1D		
RATE Fracción de las unidades de entrada a olvidar		
0.4		
Capa LSTM		
UNITS Dimensión del espacio de salida	DROPOUT Fracción de las unidades a olvidar	RECURRENT_DROPOUT Fracción de las unidades a olvidar (recurrente).
196	0.2	0.2
Capa Dense		
UNITS Dimensionalidad del espacio de salida.	ACTIVATION Función de activación a utilizar.	
2	Softmax	

4.3.3. Modelo RNN

Para el consumo de la red neuronal dentro de la lógica del chatbot es necesario realizar el procesamiento del texto, de manera que la entrada para realizar la predicción tenga el mismo formato que tuvieron las entradas durante el entrenamiento de la red neuronal. En la Figura 4.10 se observa el proceso de la red neuronal con un comentario por parte del chatbot.

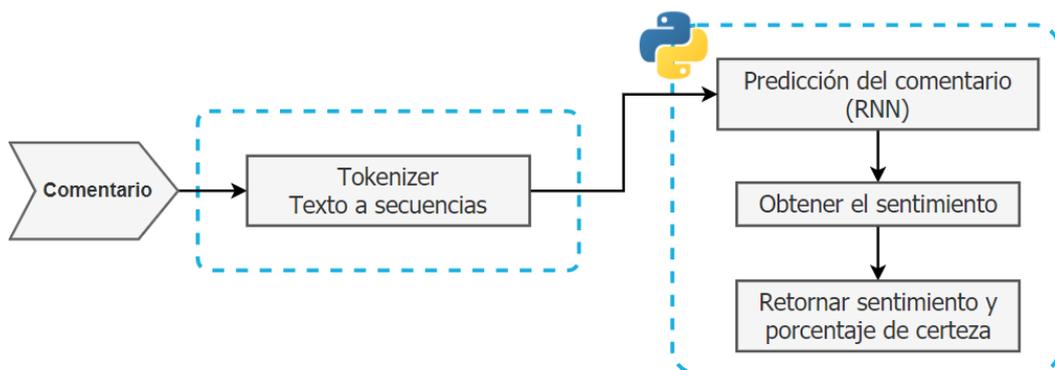


Figura 4.10 Modelo para el análisis de sentimientos por la RN

Capítulo 5 : Metodología de desarrollo

Este proyecto seguirá la metodología de desarrollo ágil SCRUM, para el que se debe definir el Scrum Master, equipo de desarrollo y los sprints a llevar a cabo.

5.1. Definición del equipo Scrum

El equipo Scrum se encuentra conformado por el Dr. Remigio Hurtado como Scrum Master quien es a su vez el director del proyecto y el equipo de desarrollo conformado por Stalin Figueroa Sacoto.

5.2. Conformación de los Sprint

Para la conformación de los sprint es necesario tener una lista de actividades para la realización del proyecto, a continuación se presenta el listado de actividades a realizar en cada uno de los objetivos específicos.

- **Listado de actividades**

OE1. Estudio e investigación de los fundamentos del procesamiento del lenguaje natural, chatbots contextuales, técnicas de deep learning, redes neuronales recurrentes y análisis de sentimientos.

Tabla 5.1 Actividades del Objetivo Específico 1

No.	Actividad
1	Estudio de los fundamentos del procesamiento del lenguaje natural.
2	Estudio de los fundamentos de chatbots contextuales.
3	Estudio de las técnicas de deep learning.
4	Estudio de los fundamentos de las redes neuronales recurrentes y análisis de sentimientos.

OE2. Diseño y desarrollo de los servicios de negocio del chatbot.

Tabla 5.2 Actividades del Objetivo Específico 2

No.	Actividad
1	Construcción del dataset con datos en relación con los requerimientos de la empresa.
2	Procesamiento del dataset, incluye reducción y limpieza de los datos, transformación de variables categóricas a variables numéricas.
3	Construcción del modelo de la RNN. Realizar el entrenamiento y la optimización generando el aprendizaje.

OE3. Diseño y desarrollo del sistema empresarial del chatbot: capa de datos, negocio y presentación.

Tabla 5.3 Actividades del Objetivo Específico 3

No.	Actividad
1	Diseño y desarrollo de la capa de datos. Creación del servidor de base de datos, la base de datos y creación de tablas. Completar la base de datos con los registros proporcionados por la empresa.
2	Diseño y desarrollo de la capa de servicios. Integración del componente de modelo de la RNN, desarrollo de los componentes gestión de usuarios, gestión de productos y sistema de reportes.
3	Creación de WS para la presentación de los datos dentro de la capa de negocio.
4	Diseño y desarrollo de la capa de presentación. Construcción de la aplicación web.
5	Despliegue de la aplicación en la nube dentro de una instancia de MV.

OE4. Validación y experimentación de la parte funcional de la aplicación del chatbot.

Tabla 5.4 Actividades del Objetivo Específico 4

No.	Actividad
1	Diseñar el plan de pruebas unitarias y de integración.
2	Diseñar el plan de pruebas funcionales.
3	Creación de una plantilla para la validación del cumplimiento de la parte funcional de la aplicación.
4	Ejecución de las pruebas y registro del resultado de la ejecución y validación en la plantilla creada.

De acuerdo con la cantidad de objetivos y actividades se propone realizar 4 sprints, del listado de actividades se asignarán las que deben ser desarrolladas en cada uno de ellos. Al finalizar un sprint se efectúa la revisión de lo realizado, con el objetivo de definir si se continua al siguiente sprint con sus actividades ya determinadas o se deben redefinir las actividades de este siguiente sprint para corregir y mejorar lo desarrollado. La conformación de cada sprint queda definida de la siguiente manera.

Tabla 5.5 Actividades a desarrollar en el SPRINT 1

SPRINT 1

OE. 1	ACT. 1 Estudio de los fundamentos del procesamiento del lenguaje natural.
	ACT. 3 Estudio de las técnicas de deep learning.
	ACT. 4 Estudio de los fundamentos de las redes neuronales recurrentes y análisis de sentimientos.
OE. 2	ACT. 1 Construcción del dataset con datos en relación con los requerimientos de la empresa.
	ACT. 2 Procesamiento del dataset, incluye reducción y limpieza de los datos, transformación de variables categóricas a variables numéricas.
	ACT. 3 Construcción del modelo de la RNN. Realizar el entrenamiento y la optimización generando el aprendizaje.

Tabla 5.6 Actividades a desarrollar en el SPRINT 2

SPRINT 2

OE. 1	ACT. 2 Estudio de los fundamentos de chatbots contextuales.
OE. 3	ACT. 1 Diseño y desarrollo de la capa de datos. Creación del servidor de base de datos, la base de datos y creación de tablas. Completar la base de datos con los registros proporcionados por la empresa.
	ACT. 2 Diseño y desarrollo de la capa de servicios. Integración del componente de modelo de la RNN, desarrollo de los componentes gestión de usuarios, gestión de productos y sistema de reportes.

Tabla 5.7 Actividades a desarrollar en el SPRINT 3

SPRINT 3

OE. 3	ACT. 3 Creación de WS para la presentación de los datos dentro de la capa de negocio.
	ACT. 4 Diseño y desarrollo de la capa de presentación. Construcción de la aplicación web.

Tabla 5.8 Actividades a desarrollar en el SPRINT 4

SPRINT 4

OE. 4
ACT. 1 Diseñar el plan de pruebas unitarias y de integración.
ACT. 2 Diseñar el plan de pruebas funcionales.
ACT. 3 Creación de una plantilla para la validación del cumplimiento de la parte funcional de la aplicación.
ACT. 4 Ejecución de las pruebas y registro del resultado de la ejecución y validación en la plantilla creada.

Capítulo 6 : Resultados

En este capítulo se verán los resultados obtenidos relacionados a la red neuronal recurrente y del desarrollo del sistema del chatbot y su implementación.

6.1. Red neuronal recurrente tipo LSTM

Para encontrar los mejores parámetros para la red neuronal, evitando caer en el sobre entrenamiento se realizó un proceso de optimización y fine tuning que dio como resultado la arquitectura final de la red neuronal que se encuentra detallada en el Capítulo 4 en la sección Arquitectura de la red neuronal recurrente. Con el objetivo de que la red neuronal obtenga un mejor desempeño al tratar con datos que no sean los de prueba, se realizó un proceso llamado validación cruzada con 5 folds de manera que se evitan fluctuaciones de los valores y el sobre entrenamiento. Los resultados de la red neuronal optimizada se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 6.1 Resultados de la red neuronal

Valor de exactitud o accuracy
0.96
Valor de pérdida o loss
0.12
Precisión de comentarios positivos
98.07 %
Precisión de comentarios negativos
91.02 %

6.2. Interfaces web

Debido a que el objetivo es que la interfaz web del chatbot sea incrustada en una página web en la siguiente figura se presenta al chatbot ubicado en la parte inferior derecha de una página web. Inicialmente se presenta como un elemento en la página web que al presionarlo desplegará la ventana del chatbot.



Figura 6.1 Resultado Chatbot insertado en una página web



Figura 6.2 Resultado chatbot desplegado en una página web

La interfaz para cargar un archivo JSON para la administración se presenta en la siguiente figura

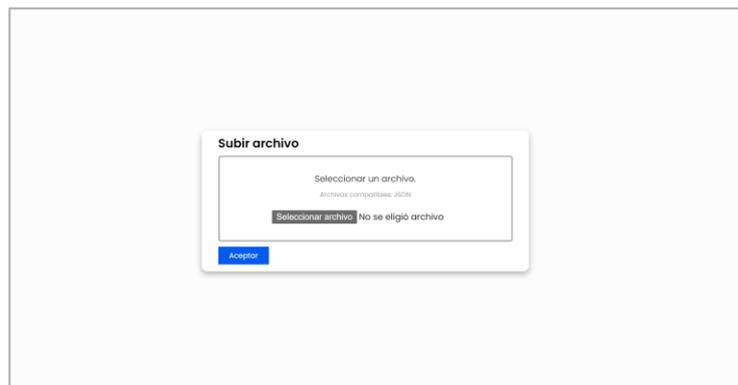


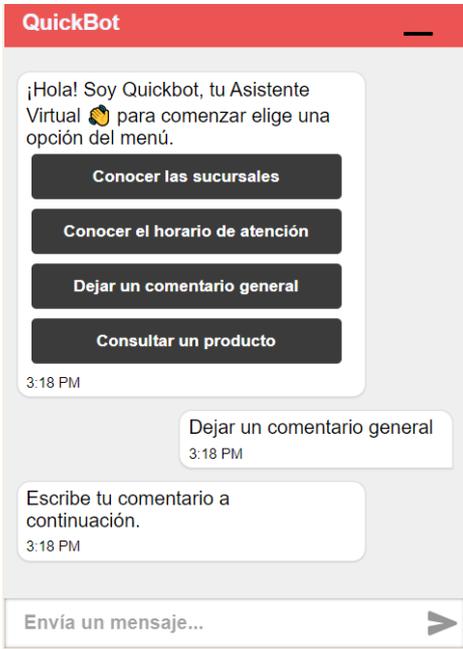
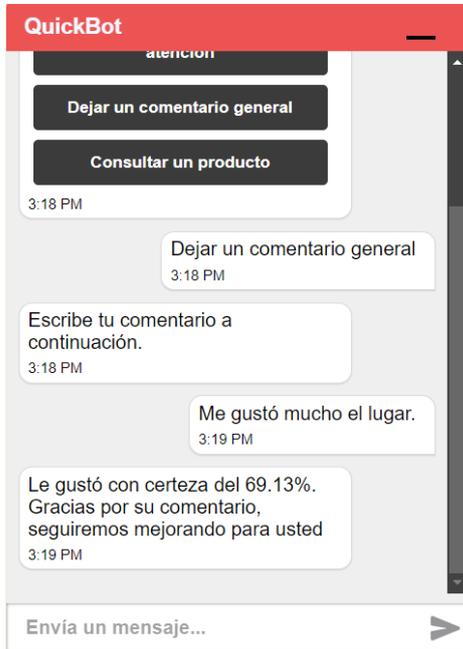
Figura 6.3 Resultado Interfaz web para cargar archivos JSON

6.3. Pruebas de requerimientos funcionales

6.3.1. Pruebas funcionales unitarias

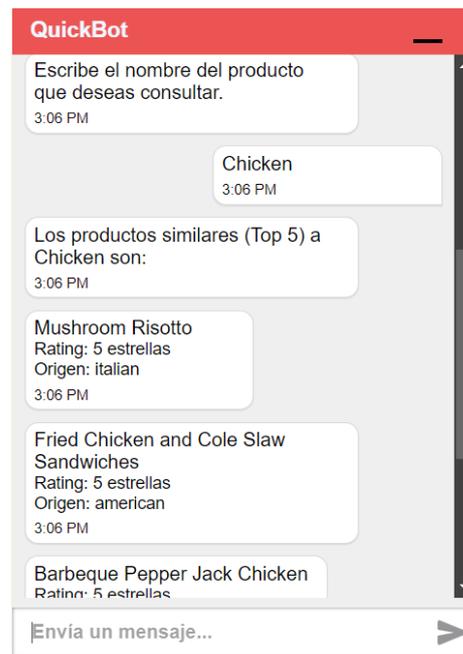
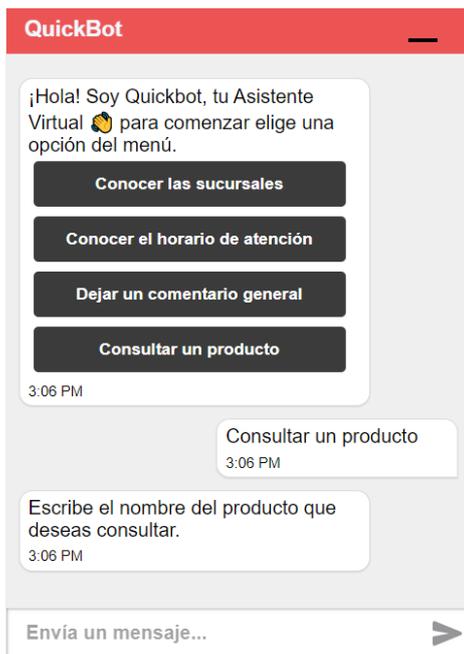
- Servicio – Chatbot
- Servicio – Web
- Aplicación web

6.3.1.1. Pruebas funcionales del Chatbot

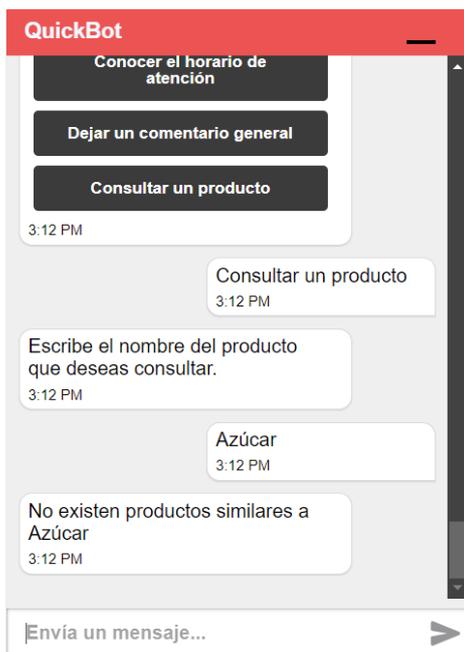
Caso de prueba PF-01	
Responsable	Stalin Figueroa S.
Fecha de ejecución	14/07/2021
Requerimiento	El chatbot debe permitir a los usuarios dejar comentarios sobre la experiencia del usuario y retornar una respuesta en base al análisis de ese comentario.
¿Prueba aprobada? (Si / No)	Si
Resultado esperado	
<p>Al seleccionar “Dejar un comentario” el chatbot mostrará un mensaje en el que se indica que el comentario puede ser ingresado. Como respuesta al comentario deberá retornar el sentimiento y el porcentaje de certeza.</p> <p>Flujo esperado del chatbot:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mostrar Menú . - Opción “Dejar un comentario” seleccionada. - Mostrar mensaje para indicar que el usuario debe escribir un comentario. - Recibir comentario - Retornar como respuesta (sentimiento y porcentaje de precisión del sentimiento) 	
Resultado real	
<p>Ruta normal: Análisis del comentario</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: 45%;">  </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: 45%;">  </div> </div>	

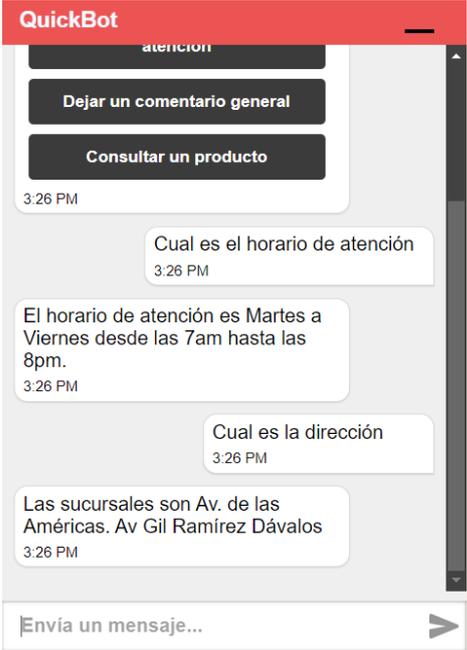
Caso de prueba PF-02	
Responsable	Stalin Figueroa S.
Fecha de ejecución	14/07/2021
Requerimiento	El chatbot debe permitir a los usuarios consultar sobre los productos de la empresa.
¿Prueba aprobada? (Si / No)	Si
Resultado esperado	
<p>Al seleccionar “Consultar un producto” el chatbot debe indicar con un mensaje que el usuario debe ingresar el nombre del producto a buscar. Como respuesta al comentario deberá retornar 5 productos similares a término de búsqueda.</p> <p>Flujo esperado del chatbot:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mostrar Menú . - Opción “Consultar un producto” seleccionada. - Mostrar mensaje para indicar que el usuario debe escribir el nombre de un producto. - Recibir nombre del producto - Retornar como respuesta (5 productos similares a) 	
	
Resultado real	

Ruta normal: Producto encontrado

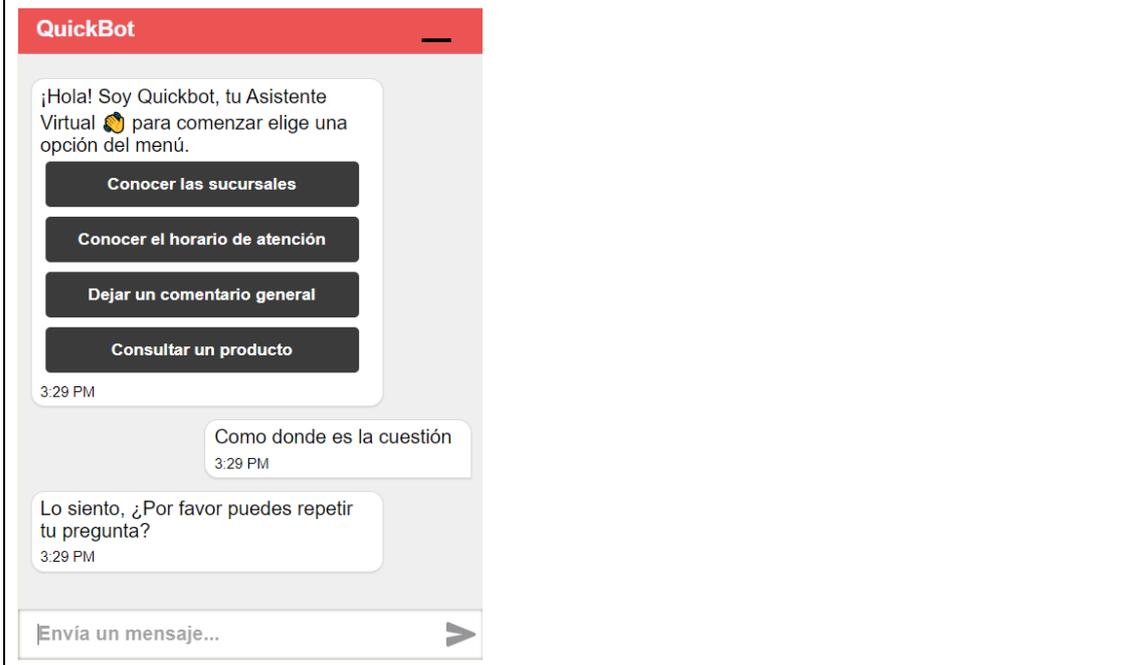


Ruta: producto no encontrado



Caso de prueba PF-03	
Responsable	Stalin Figueroa S.
Fecha de ejecución	14/07/2021
Requerimiento	El chatbot debe responder a preguntar frecuentes sobre la empresa.
¿Prueba aprobada? (Si / No)	Si
Resultado esperado	
El chatbot puede recibir una pregunta sin haber seleccionada una opción del menú. La respuesta a la pregunta deberá ser coherente y en caso de no encontrar una respuesta comunicar al usuario, buscando que la pregunta sea más concreta.	
Resultado real	
Ruta normal: Responder a una pregunta de manera coherente	
	

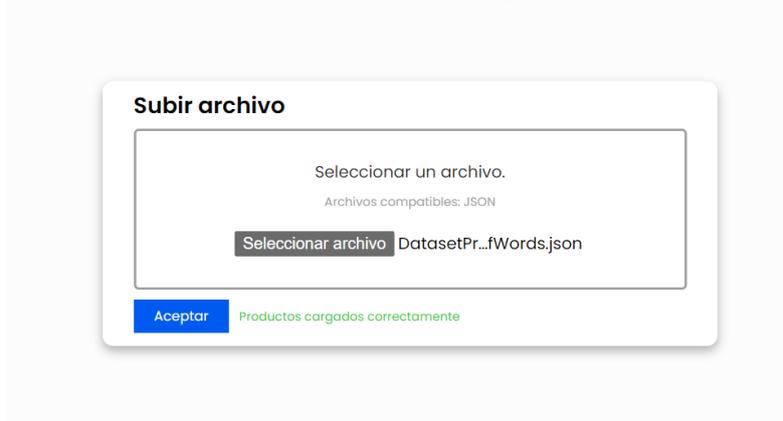
Ruta A: No tener una respuesta para la pregunta



6.3.1.2. Pruebas funcionales del sistema web

Caso de prueba PF-04	
Responsable	Stalin Figueroa S.
Fecha de ejecución	14/07/2021
Requerimiento	Permitir a la empresa cargar un archivo formato JSON que contiene el listado de productos. Y crear o actualizar la tabla de productos
¿Prueba aprobada? (Si / No)	Si
Resultado esperado	
La aplicación deberá validar que el formato del archivo y su estructura sean las correctas para realizar la inserción de los archivos, caso contrario mostrará un mensaje que no se pudo realizar la operación.	
	
Resultado real	

Ruta normal: Cargar el archivo y actualizar los productos

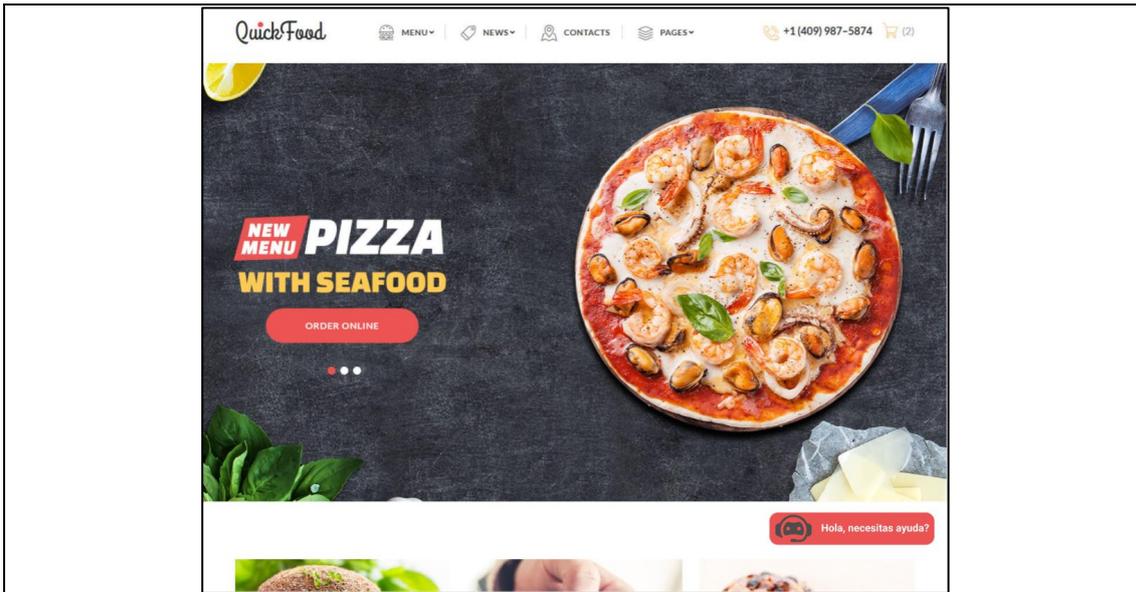


Ruta B: Archivo con una estructura incorrecta



6.3.1.3. Pruebas funcionales de la aplicación web

Caso de prueba PF-05	
Responsable	Stalin Figueroa S.
Fecha de ejecución	14/07/2021
Requerimiento	La interfaz del chatbot deberá permitir que sea insertada en una cualquier página web.
¿Prueba aprobada? (Si / No)	Si
Resultado esperado	
La interfaz del chatbot puede ser incrustada en una página web. Y no debe perder su diseño ni su funcionamiento al cambiar el tamaño de la página.	



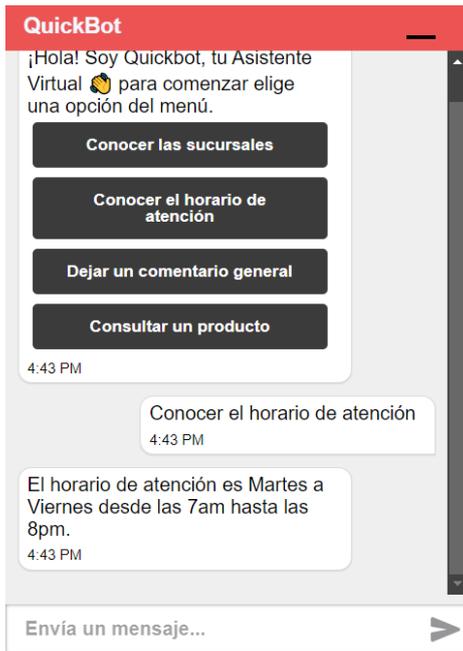
Resultado real

Chatbot insertado en la página web

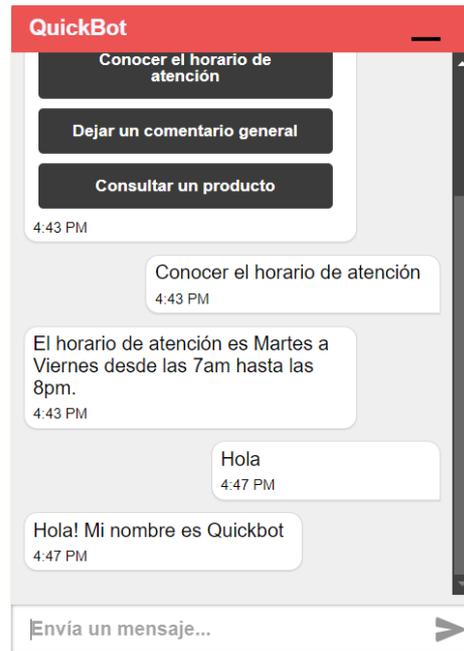


Caso de prueba PF-06	
Responsable	Stalin Figueroa S.
Fecha de ejecución	14/07/2021
Requerimiento	La aplicación deberá mantener el estado actual del chatbot durante la sesión.
¿Prueba aprobada? (Si / No)	Si
Resultado esperado	
Al recargar una página el estado del chatbot, es decir el flujo de mensajes debe mantenerse, no debe cambiar ni desaparecer.	
Resultado real	

Estado previo a recargar la página



Estado previo a recargar la página



Capítulo 7 : Cronograma de actividades y presupuesto

En este capítulo se detalla el cronograma con las actividades a realizar para el desarrollo del sistema del chatbot y el presupuesto del proyecto.

Nombre de la tarea	Duración	Comienzo	Fin
Proyecto	300 horas	Lun 26/4/21	Vie 23/7/21
Sprint 1	40 horas	Lun 26/4/21	Jue 6/5/21
OE. 1	9 horas		
ACT. 1. Estudio de los fundamentos del procesamiento del lenguaje natural.	3 horas	Lun 26/4/21	Lun 26/4/21
ACT. 3. Estudio de las técnicas de deep learning.	3 horas	Lun 26/4/21	Lun 26/4/21
ACT. 4. Estudio de los fundamentos de las redes neuronales recurrentes y análisis de sentimientos.	3 horas	Lun 26/4/21	Lun 26/4/21
OE. 2	26 horas		
ACT. 1. Construcción del dataset con datos en relación con los requerimientos de la empresa.	8 horas	Mar 27/4/21	Jue 29/4/21
ACT. 2. Procesamiento del dataset, incluye reducción y limpieza de los datos, transformación de variables categóricas a variables numéricas.	6 horas	Vie 30/4/21	Lun 3/5/21
ACT. 3. Construcción del modelo de la RNN. Realizar el entrenamiento y la optimización generando el aprendizaje.	12 horas	Mar 4/5/21	Mie 5/5/21
REVISIÓN / CORRECCIÓN	5 horas	Jue 6/5/21	Jue 6/5/21
Sprint 2	105 horas	Vie 7/5/21	Mar 8/6/21

OE. 1	3 horas		
ACT. 2. Estudio de los fundamentos de chatbots contextuales.	3 horas	Vie 7/5/21	Vie 7/5/21
OE. 3	92 horas		
ACT. 1. Diseño y desarrollo de la capa de datos. Creación del servidor de base de datos, la base de datos y creación de tablas. Completar la base de datos con los registros proporcionados por la empresa.	12 horas	Lun 10/5/21	Mié 12/5/21
ACT. 2. Diseño y desarrollo de la capa de servicios. Integración del componente de modelo de la RNN, desarrollo de los componentes gestión de usuarios, gestión de productos y sistema de reportes.	80 horas	Jue 13/5/21	Vie 4/6/21
REVISIÓN / CORRECCIÓN	10 horas	Lun 7/6/21	Mar 8/6/21
Sprint 3	100 horas	Mié 9/6/21	Jue 1/7/21
OE. 3	90 horas		
ACT. 3. Creación de WS para la presentación de los datos dentro de la capa de negocio.	10 horas	Mié 9/6/21	Jue 10/6/21
ACT. 4. Diseño y desarrollo de la capa de presentación. Construcción de la interfaz de usuario.	80 horas	Vie 11/6/21	Mar 29/6/21
REVISIÓN / CORRECCIÓN	10 horas	Mié 30/6/21	Jue 1/7/21
Sprint 4	55 horas	Vie 2/7/21	Vie 23/7/21
OE. 4	30 horas		
ACT. 1. Diseñar el plan de pruebas unitarias y de integración.	8 horas	Vie 2/7/21	Mar 6/7/21

ACT. 2. Diseñar el plan de pruebas funcionales y no funcionales.	8 horas	Mié 7/7/21	Vie 9/7/21
ACT. 3. Creación de una plantilla para la validación del cumplimiento de la parte funcional.	6 horas	Lun 12/7/21	Mar 13/7/21
ACT. 4. Ejecución de las pruebas y registro del resultado de la ejecución y validación en la plantilla creada.	8 horas	Mié 14/7/21	Jue 15/7/21
OE. 4	5 horas		
ACT. 4. Ejecución de las pruebas y registro del resultado de la ejecución y validación en la plantilla creada.	5 horas	Jue 16/7/21	Vie 17/7/21

En la siguiente tabla se encuentra detallado el presupuesto para el sistema del chatbot.

DENOMINACIÓN	CANTIDAD unidades	COSTO UNITARIO dólares	COSTO TOTAL dólares
1. Tecnológico			
Computador Portátil	1	1100	1100
Celular Inteligente	1	300	300
2. Servicios			
Servicios de Internet	4	36	144
3. Personal			
Estudiante Investigador/horas	300	6	1800
3. Asesoría especializada	1	800	800
Total	307	\$ 2242	\$ 4144

Conclusiones

El sistema desarrollado tuvo como objetivo trabajar con un chatbot para tiendas virtuales en comercio electrónico haciendo uso de redes neuronales y procesamiento del lenguaje natural.

El sistema se compuso de dos subsistemas, el subsistema del chatbot y de la gestión de productos, el chatbot en este caso un chatbot contextual para estar en la capacidad de responder a las preguntas realizadas por el usuario utiliza un modelo para el procesamiento del lenguaje natural con el objetivo de tratar de reconocer patrones y de interpretar la pregunta del usuario y también de una red neuronal recurrente LSTM para el análisis de sentimientos, en conjunto estos dos modelos conforman una gran herramienta que es capaz de responder a las inquietudes de un usuario y de recibir los comentarios de un usuario sobre la empresa. Además el chatbot también cumplió con el objetivo de informar a los usuarios sobre los productos de la empresa al permitir la búsqueda por términos similares.

La aplicación también cumplió con permitir a una empresa cargar sus productos para el consumo del chatbot, este objetivo se logró al diseñar un subsistema que admita solamente archivos formato JSON y con la estructura definida por la empresa.

Este trabajo que lleva el nombre de “Diseño y desarrollo de un chatbot usando redes neuronales recurrentes y procesamiento de lenguaje natural para tiendas virtuales en comercio electrónico”, logra cumplir con su objetivo al brindar un chatbot contextual que combina técnicas como las redes neuronales, en este caso una red neuronal recurrente tipo LSTM para analizar y predecir el sentimiento que expresa un usuario a través de un comentario, así que la red neuronal es capaz de determinar si se trata de un comentario positivo o negativo. El chatbot no solamente utiliza una red neuronal, además hace uso del procesamiento del lenguaje natural para que de esta manera el sistema pueda comprender lo que el usuario desea expresar a través de sus mensajes para que, después de un análisis en el que se determina la similitud entre el mensaje del usuario y un conjunto de preguntas, el chatbot pueda responder al usuario de la manera más adecuada.

Como se mencionó al inicio de este trabajo, el uso e implementación de los chatbots no ha hecho más que comenzar y hay que mencionar que los tipos y las aplicaciones de un chatbot son varias, en este caso se desarrolló un chatbot que se distingue y va más allá de un chatbot básico basado en reglas, al estar en la posibilidad de interpretar la pregunta de un usuario y determinar la respuesta más adecuada que devolverá al usuario y con la posibilidad de recibir comentarios sobre la experiencia u opiniones del usuario que son de gran utilidad para una empresa al momento de mejorar y así eliminar las desventajas frente a la competencia.

Este sistema permite además a las empresas cargar su listado de productos de manera que a través del chatbot puedan realizar consultas. Cabe mencionar que existe trabajo futuro para esta aplicación y tiene que ver con agregar más funcionalidades para el chatbot según el tipo de negocio que maneja una empresa y que pueden ser (consulta de trámites, reclamos, reservaciones, otro tipo de búsquedas, etc.). La aplicación para cargar los productos también tiene trabajo futuro, para funcionar realmente como una aplicación

para la administración de los productos, de manera que se pueda listar, modificar, agregar y eliminar los productos directamente desde la aplicación.

Recomendaciones

Es importante mencionar que para el uso del chatbot en una página web de una tienda en línea, el estilo y tamaño de la interfaz web deberán ser elegidas por la empresa y sus preferencias, así como la estructura que tendrá el chatbot que dependerá del tipo de negocio de la empresa.

Para cargar los productos desde un archivo, se deberá indicar la estructura del archivo que contiene el listado de productos.

Tanto el modelo PLN que trabaja con las preguntas frecuentes como el modelo RNN que trabaja con comentarios deberán ser desarrollados en base a los objetivos que se busca alcanzar con estos modelos, pues cada una de las empresas deseará que el procesamiento del lenguaje natural y las redes neuronales sean aplicadas para otras áreas de trabajo.

Cabe detallar que la aplicación funciona mediante una conexión a internet por lo que esta será indispensable para ser utilizada.

Referencias bibliográficas

- Salesforce. (2020). Key Chatbot Statistics to Know in 2019. The 360 Blog from Salesforce. <https://www.salesforce.com/blog/chatbot-statistics/>
- Leggett, K. (2017). Online self service dominates yet again. why? Its an effortless way to get to your answers. Forrester. https://go.forrester.com/blogs/16-01-28-online_self_service_dominates_yet_again_why_its_an_effortless_way_to_get_to_your_answers/.
- Why are Chatbots Important? CHATBOT Learning Center. Drift. (2019). <https://www.drift.com/learn/chatbot/why-are-chatbots-important/>.
- Srinivasan, K., Nguyen, C., & Tanguturi, P. (2018). CHATBOTS ARE HERE TO STAY So what are you waiting for? Accenture. https://www.accenture.com/_acnmedia/pdf-77/accenture-research-conversational-ai-platforms.pdf
- Moore, S. (2018). Gartner Says 25 Percent of Customer Service Operations Will Use Virtual Customer Assistants by 2020. Gartner. <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2018-02-19-gartner-says-25-percent-of-customer-service-operations-will-use-virtual-customer-assistants-by-2020>
- Grech, M. (2019). Are People Even Using Chatbots? A Closer Look at Some Stats in 2019. GetVoIP Cloud Communication Advisor. <https://getvoip.com/blog/2019/02/21/chatbot-adoption/>
- Brandtzaeg, P. B., & Følstad, A. (2017). Why people use chatbots. In International conference on internet science. Springer, Cham, pp. 377-392.
- Setiaji, B., & Wibowo, F. W. (2016). Chatbot Using a Knowledge in Database: Human-to-Machine Conversation Modeling. 2016 7th International Conference on Intelligent Systems, Modelling and Simulation (ISMS).
- Pola, S., & Sheela, M. (2021). Behavioral therapy using conversational chatbot for depression treatment using advanced RNN and pretrained word embeddings. Materials Today: Proceedings.
- Nuruzzaman, M., & Hussain, O. K. (2018). A Survey on Chatbot Implementation in Customer Service Industry through Deep Neural Networks. 2018 IEEE 15th International Conference on E-Business Engineering (ICEBE).
- Arbieu, U., Helsper, K., Dadvar, M., Mueller, T., & Niamir, A. (2021). Natural Language Processing as a tool to evaluate emotions in conservation conflicts.
- Ofer, D., Brandes, N., & Linial, M. (2021). The language of proteins: NLP, machine learning & protein sequences. Computational and Structural Biotechnology Journal.
- Chen, C.-H. (2017). Improved TFIDF in big news retrieval: An empirical study. Pattern Recognition Letters.
- Soyusiawaty, D. & Zakaria, Y. (2018). "Book Data Content Similarity Detector With Cosine Similarity (Case study on digilib.uad.ac.id)," 2018 12th International Conference on Telecommunication Systems, Services, and Applications (TSSA).

- Harrington, P. (2012). *Machine learning in action*. 1st ed. Manning Publications, pp.5-10.
- Mohri, M., Rostamizadeh, A. & Talwalkar, A. (2018). *Foundations of Machine Learning*. 2nd ed. MIT Press, p.3.
- Burkov, A. (2019). *The hundred-page machine learning book*. 1st ed. Andriy Burkov, p.4.
- Aggarwal, C. C. (2018). *Neural Networks and Deep Learning*. Springer International Publishing.
- Wu, Y., Li, Z., Wu, W., & Zhou, M. (2018). Response selection with topic clues for retrieval-based chatbots. *Neurocomputing*, pp. 251–261.
- Haykin, S. O. (2008). *Neural Networks and Learning Machines*. 3rd ed. Pearson, p.23.
- Tanenbaum, A. & Van Steen, M. (2008). *Sistemas distribuidos principios y paradigmas*. Ciudad de México: Pearson Educación, pp. 41-43.
- Rubin, K. S. (2012). *Essential scrum: A practical guide to the most popular agile process*. Addison-Wesley Educational, pp. 13-28.
- L. Alvarado, P. Illaisaca and R. Hurtado. (2020). "A new approach for Pneumonia diagnosis using Convolutional Neural Networks," 2020 IEEE International Autumn Meeting on Power, Electronics and Computing (ROPEC), pp.1.
- F. Ortega, J. Bobadilla, A. Gutiérrez, R. Hurtado and X. Li. (2018). "Artificial Intelligence Scientific Documentation Dataset for Recommender Systems," in *IEEE Access*, vol. 6.
- Camacho, J. (2018). *Clustering Analysis*. De https://www.jacobsoft.com.mx/es_mx/clustering-analysis/
- Szymik, B. (2011). *Neuron Anatomy*. ASU - Ask A Biologist. De <https://askbiologist.asu.edu/neuron-anatomy>
- Calvo, D. (2017). *Red Neuronal Convolutacional CNN*. De <https://www.diegocalvo.es/red-neuronal-convolutacional/>