

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas

Carrera de Software

Tema:

Prototipo de chatbot basado en inteligencia artificial para automatizar la gestión de requerimientos municipales de trámites ciudadanos del GAD San Miguel de Ibarra

Trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniero de Software presentado ante la Universidad Técnica del Norte.

Autor:

Jonathan Mauricio Ruiz Sánchez

Director:

Ph.D. Irving Marlon Reascos Paredes

Ibarra – Ecuador

2023



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	0301940599		
APELLIDOS Y NOMBRES:	RUIZ SÁNCHEZ JONATHAN MAURICIO		
DIRECCIÓN:	IBARRA, SAN ANTONIO DE IBARRA		
EMAIL:	jmruiz@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	(06) 255 0083	TELÉFONO MÓVIL:	0962765632

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	PROTOTIPO DE CHATBOT BASADO EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA AUTOMATIZAR LA GESTIÓN DE REQUERIMIENTOS MUNICIPALES EN TRÁMITES CIUDADANOS EN EL GAD MUNICIPAL DE IBARRA.
AUTOR(ES):	JONATHAN MAURICIO RUIZ SÁNCHEZ
FECHA:	30 de marzo del 2023
PROGRAMA:	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO DE SOFTWARE
DIRECTOR:	Ph.D. Reascos Irving
ASESOR 1:	Ph.D. Iván García

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 10 días del mes de mayo de 2023

EL AUTOR:



ESTUDIANTE

Jonathan Mauricio Ruiz
Sánchez

C.I: 0301940599

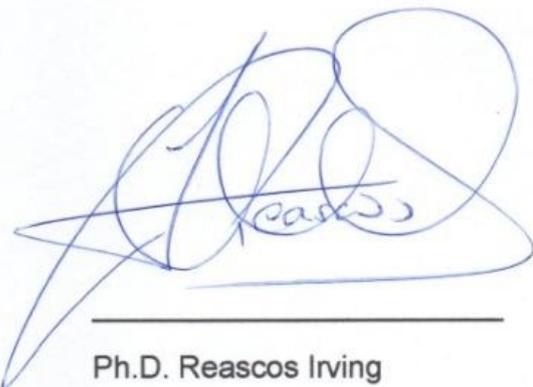
CERTIFICACIÓN DIRECTOR

Ibarra, 10 de mayo del 2023

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Por medio del presente yo Reascos Irving, certifico que el Sr. Jonathan Mauricio Ruiz Sánchez portador de la cédula de ciudadanía número 0301940599, ha trabajado en el desarrollo del proyecto de grado **“Prototipo de chatbot basado en inteligencia artificial para automatizar la gestión de requerimientos municipales en trámites ciudadanos en el GAD Municipal de Ibarra”**, previo a la obtención del Título de Ingeniero en Software, este trabajo se ha realizado con interés profesional y responsabilidad.

Atentamente



Ph.D. Reascos Irving

DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de grado a las personas que han sido mi sostén y mi inspiración durante todo mi camino. A mi familia, por ser mi apoyo incondicional y por haberme enseñado la importancia del sacrificio y la perseverancia. Gracias por haberme acompañado en este camino, por haberme brindado su amor y por haber sido mi hogar en cada momento.

También, dedico este trabajo a mis amigos y compañeros de carrera, por haberme enseñado la importancia del trabajo en equipo y por haberme brindado su amistad y apoyo en todo momento.

Espero que este trabajo de grado tenga un impacto positivo en la ciudadanía ibarreña y por eso lo dedico también a las personas de mi comunidad. A quienes me han brindado su confianza y apoyo a lo largo de mi vida. A quienes han sido una fuente constante de inspiración y motivación para seguir adelante.

Finalmente, dedico este trabajo a todas las personas que han sido una influencia positiva en mi vida, por haberme inspirado con su sabiduría, su bondad y su ejemplo de vida. Este trabajo es también para ustedes, quienes han dejado una huella imborrable en mi camino y en mi corazón.

Jonathan Mauricio Ruiz Sánchez

AGRADECIMIENTO

Agradezco de manera especial a mi tutor Ph.D. Irving Reascos, por su invaluable ayuda en la elaboración de este trabajo de grado. Gracias por su paciencia, por su dedicación y por su guía constante a lo largo de todo el proceso. Sin su apoyo, este logro no hubiera sido posible.

Agradezco a mis profesores, quienes con su conocimiento y enseñanzas me han formado y preparado para enfrentar este reto. Gracias por sus enseñanzas, su paciencia y su dedicación. Sus conocimientos y experiencias han sido una fuente constante de inspiración y motivación para mí.

También, quiero expresar mi gratitud a todos aquellos que participaron en este proyecto de alguna manera. A mis amigos y compañeros de carrera, por su apoyo y por haber compartido conmigo sus conocimientos y experiencias. A los expertos y personas involucradas en mi investigación, por su disposición a colaborar y compartir sus conocimientos. A quienes se tomaron el tiempo de brindarme su opinión, sus consejos y su ayuda durante el desarrollo de este proyecto.

Finalmente, agradezco a mi familia, por haber sido mi apoyo incondicional y por haberme brindado su amor y comprensión en todo momento. Gracias por haber creído en mí y por haberme brindado su aliento y motivación para seguir adelante en este camino.

Jonathan Mauricio Ruiz Sánchez

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
INDICE DE FIGURAS	ix
INDICE DE TABLAS	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	1
Antecedentes	1
Planteamiento del problema	1
Objetivos.....	2
Objetivo General	2
Objetivos Específicos.....	2
Alcance	3
Metodología	4
Justificación	5
CAPÍTULO 1.....	8
1. Marco Teórico.....	8
1.1 Chatbot.....	8
1.2 Historia de los chatbot	9
1.2.1 Breve cronología de los chatbots.....	10
1.3 Tipos de Chatbots.....	12
1.3.1 Chatbots de ITR (Respuesta de Interacción de Texto)	14
1.3.2 Chatbots: Smart Chatbot.....	15
1.3.3 Chatbot: Word - Spotting.....	16
1.3.4 Ventajas y desventajas de los Chatbots	16
1.3.5 Árboles de decisión en Chatbots	18

1.4	Chatbots/Bot Frameworks	19
1.4.1	Microsoft Bot Framework.	19
1.4.2	Wit.ai	20
1.4.3	DialogFlow	20
1.4.4	IBM Watson	21
1.4.5	Pandorabots	22
1.4.6	Botpress.....	23
1.4.7	Botkit	23
1.4.8	RASA Stack	24
1.4.9	ChatterBot.....	25
1.4.10	MobileMonkey.....	25
1.5	Estrategias y tecnologías en la implementación de chatbot en servicios municipales.....	26
CAPÍTULO 2.....		28
2.	Desarrollo del chatbot	28
2.1	Metodología en cascada	28
2.2	Análisis del chatbot.....	29
2.2.1	Análisis de las necesidades del ciudadano.....	29
2.2.2	Fuentes y técnicas de investigación.....	29
2.3	Diseño de la solución	31
2.3.1	Arquitectura del chatbot.....	31
2.3.2	Diagrama de flujo conversacional	33
2.3.3	WhatsApp Business API.....	34
2.3.4	Consola Dialogflow y API	35
2.4	Construcción del chatbot.....	44
2.4.1	Herramientas de desarrollo	44
2.4.2	Estructura del código	45
2.4.3	Integración de la API de WhatsApp Business o Dialogflow	46
2.4.4	Producto.....	47

2.5 Pruebas y Validación.....	52
CAPÍTULO 3.....	54
Validación de resultados	54
3.1 Modelo de éxito de DeLone y McLean	54
3.2 Encuesta.....	57
3.2.1 Identificación del Contexto	57
3.2.2 Diseño del instrumento de evaluación	58
3.2.3 Recolección de datos	61
3.3 Análisis de datos	61
3.4 Interpretación de resultados.....	64
3.4.1 Análisis del perfil de los encuestados	64
3.4.2 Variables del modelo de DeLone y McLean	65
3.5 Análisis de favorabilidad y desfavorabilidad	71
CONCLUSIONES.....	75
RECOMENDACIONES	76
BIBLIOGRAFÍA	77
ANEXOS.....	83

INDICE DE FIGURAS

Figura 1:Diagrama de causas y efectos del problema	2
Figura 2: Requisitos de trámites municipales que responderá el chatbot.	3
Figura 3: Arquitectura del chatbot.....	4
Figura 4: Metodología para el desarrollo del chatbot	5
Figura 5: Resultados de búsqueda en Scopus por año para "chatbot" o "agente de conversación" o "interfaz conversacional" como palabras clave de 2000 a 2019. Fuente: SCOPUS	10
Figura 6: Una representación simple de un chatbot para comprar ropa en línea adaptado de Building Chatbots with Python Using Natural Language Processing.	19
Figura 7: Metodología en cascada.....	28
Figura 8: Resumen de las primeras 3 acciones del análisis del chatbot	30
Figura 9:Resumen de las 3 acciones restantes del análisis del chatbot.	31
Figura 10: Arquitectura del chatbot.....	32
Figura 11: Diagrama simple de flujo del chatbot	33
Figura 12: Consola Dialogflow. Fuente:(Google Cloud, 2022)	36
Figura 13: Detección de intents. Fuente: (Google Cloud, 2022)	38
Figura 14: Interfaz de la herramienta historial.....	42
Figura 15: Elementos de la IU de la lista de conversaciones	43
Figura 16: Organización de archivos en la estructura del proyecto del chatbot	46
Figura 17: Plataforma de Dialogflow con el agente Munibot.	48
Figura 18: Lista de intents de Munibot.....	49
Figura 19: Frases de entrenamiento para intent req-dir-financiera-reclamos	49
Figura 20: Código QR para chatear con Munibot.....	50
Figura 21: Interfaz después de escanear el código QR.	50
Figura 22: Mensaje de bienvenida de Munibot	51
Figura 23: Ejemplo para hacer una denuncia municipal.	52

Figura 24: Modelo actualizado del éxito de los SI de D&M	55
Figura 25: Distribución de género de los encuestados	64
Figura 26: Análisis demográfico de la muestra por rango de edad	65
Figura 27: Estadísticas de la calidad del sistema	66
Figura 28: Estadísticas de la calidad de la información	67
Figura 29: Estadísticas de la calidad de Servicio	68
Figura 30: Estadísticas de la intención de uso.....	69
Figura 31: Estadísticas de la satisfacción de usuario	70
Figura 32: Estadísticas de impactos Netos.....	71
Figura 33: Diagrama de favorabilidad y desfavorabilidad	73

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Servicios de agentes virtuales en dialogflow. Fuente: (Google, 2022)	21
Tabla 2: Algoritmos que utiliza dialogflow.	40
Tabla 4: Identificación del Software	58
Tabla 5: Identificación de los usuarios	58
Tabla 6: Definición de las preguntas del cuestionario por dimensión	59
Tabla 7: Coeficiente total de fiabilidad	62
Tabla 8: Resultados del Alfa de Cronbach.....	62
Tabla 9: Análisis de favorabilidad y desfavorabilidad.....	72

RESUMEN

El presente documento detalla el proceso de desarrollo de un prototipo de chatbot basado en inteligencia artificial para automatizar la gestión de requerimientos municipales en trámites ciudadanos en el GAD Municipal de Ibarra. El trabajo se divide en tres capítulos, comenzando con una introducción donde se exponen los antecedentes, planteamiento del problema, objetivos generales y específicos, alcance y justificación.

En el primer capítulo, se desarrolla una base teórica sobre soluciones para la implementación de un chatbot en servicios municipales, con el objetivo de proporcionar un marco de referencia para el diseño y evaluación del chatbot.

El segundo capítulo describe el proceso de construcción del chatbot propuesto para el GAD Municipal de Ibarra, que busca automatizar el intercambio de información y atención al ciudadano utilizando el chatbot por WhatsApp. Para ello, se utilizó la metodología en cascada y se empleó la herramienta Dialogflow de Google para el procesamiento del lenguaje natural.

En el tercer capítulo, se detalla el análisis de resultados y se utiliza el modelo de éxito de Delone y McLean para evaluar el impacto del chatbot en la gestión de requerimientos municipales y en la satisfacción del usuario, y también se presenta el análisis de favorabilidad y desfavorabilidad. Es importante mencionar que la dimensión de intención de uso obtuvo un 73,32% de favorabilidad, lo que hace entender que los ciudadanos posiblemente utilizarán el chatbot en consultas futuras.

Palabras clave: chatbot, inteligencia artificial, dialogflow, requerimientos ciudadanos, WhatsApp.

ABSTRACT

This document details the development process of a chatbot prototype based on artificial intelligence to automate the management of municipal requirements in citizen procedures in the Municipal Government of Ibarra. The work is divided into three chapters, beginning with an introduction where the background, problem statement, general and specific objectives, scope and justification are presented.

In the first chapter, a theoretical basis on solutions for the implementation of a chatbot in municipal services is developed, with the objective of providing a framework for the design and evaluation of the chatbot.

The second chapter describes the process of building the proposed chatbot for the GAD Municipal de Ibarra, which seeks to automate the exchange of information and citizen attention using the chatbot via WhatsApp. For this purpose, the cascade methodology was used and Google's Dialogflow tool was employed for natural language processing.

In the third chapter, the analysis of results is detailed and the Delone and McLean success model is used to evaluate the impact of the chatbot in the management of municipal requirements and user satisfaction, and the analysis of favorability and unfavorability is also presented. It is important to mention that the intention to use dimension obtained 73.32% of favorability, suggesting that citizens are likely to use the chatbot in future consultations.

Keywords: chatbot, artificial intelligence, dialogflow, citizen requirements, WhatsApp.

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

Este tema de trabajo de grado nace debido a la necesidad de mejorar el proceso de gestión de requerimientos ciudadanos en el GAD Municipal de Ibarra. Con la finalidad de brindar un servicio más eficiente a la población, se busca implementar un chatbot basado en inteligencia artificial, que permita automatizar la gestión de trámites y reducir los tiempos de espera al mismo tiempo que mejora la eficiencia en la atención a los requerimientos.

La automatización de procesos a través de tecnologías basadas en inteligencia artificial, como los chatbots, ha demostrado ser una estrategia efectiva para mejorar el servicio al cliente y aumentar la eficiencia en la gestión de procesos administrativos en diferentes sectores, tales como la atención al cliente en banca y comercio, la gestión de citas médicas, entre otros (Lluga et al., 2021).

En el caso específico de la gestión de trámites ciudadanos en el GAD Municipal de Ibarra, se ha identificado que una gran parte de los requerimientos son recurrentes y pueden ser clasificados en categorías específicas. Por lo tanto, se considera que la implementación de un chatbot es una solución viable para automatizar y optimizar la gestión de estos requerimientos, reduciendo tiempos de espera y mejorando la eficiencia en la atención a los ciudadanos.

Planteamiento del problema

El GAD municipal de la Ciudad de Ibarra, fomenta el desarrollo integral del cantón, brinda varios servicios, para mejorar las condiciones de vida de sus habitantes, la demanda de la información que requieren los ciudadanos para realizar los trámites presenciales en el GAD de Ibarra sucede diariamente y con mucha frecuencia (*GAD Ibarra, 2022*).

En un proceso de observación se analizó, que el método típico para resolver esa demanda de información es acercarse presencialmente al punto de información que se encuentra dentro del GAD y hacer su consulta. Por otro lado el personal operativo que se encuentra en el módulo de información, comentó que se recibe diariamente alrededor de 200 consultas al día, de las cuales la mayoría son consultas frecuentes,

y estas solicitudes son atendidas por orden de llegada, generando así, filas de ciudadanos a la espera de su información; además los empleados que dan la información mencionan que es un trabajo repetitivo y cansado, lo cual da como resultado fatiga laboral.

Los ciudadanos por su parte exigen un acceso rápido a la información que requieren. Además esta demanda usualmente aumenta en temporadas altas del año, como en los meses de enero y diciembre, de esta manera se origina acumulación de ciudadanos en las instalaciones del GAD con filas recurrentes de ciudadanos (Módulo Información GAD Ibarra, 2022).

En particular el problema organizacional que se pretende abordar es la falta de un canal de comunicación digital existente entre el GAD y los ciudadanos

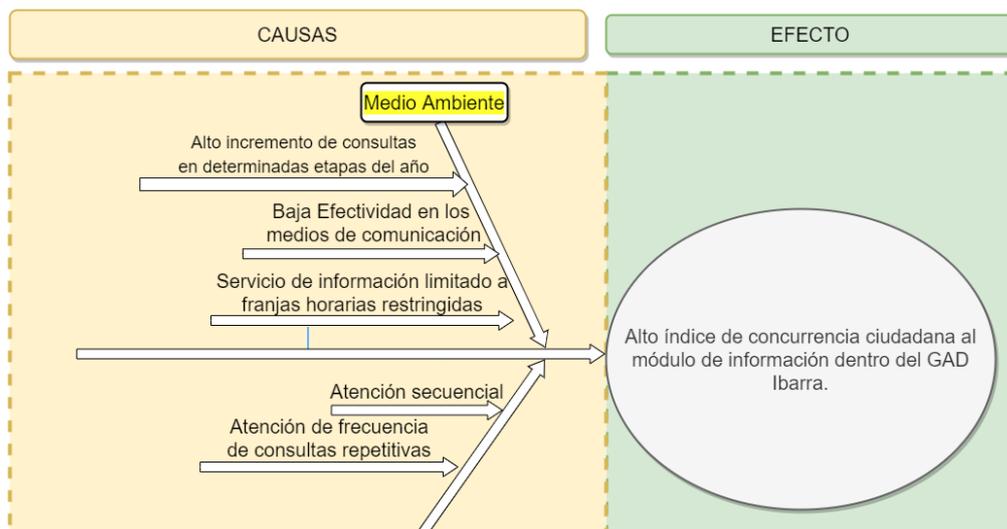


Figura 1: Diagrama de causas y efectos del problema

Objetivos

Objetivo General

Implementar un prototipo de chatbot en la aplicación de mensajería WhatsApp para automatizar el intercambio de información, en las consultas de requisitos de trámites ciudadanos en el GAD municipal de Ibarra, aplicando una herramienta de inteligencia artificial.

Objetivos Específicos

- Desarrollo de una base teórica sobre soluciones para la implementación de un chatbot para servicios municipales.

- Construir el chatbot para automatizar la atención al ciudadano mediante mensajes estructurados haciendo uso de la plataforma de comprensión del lenguaje natural dialogflow.
- Validar el chatbot con el modelo de evaluación de éxito de sistema de Información de DeLone y McLean utilizando una encuesta en escala de Likert.

Alcance

El alcance de este trabajo se centrará en desarrollar un prototipo de chatbot basado en inteligencia artificial para automatizar la gestión de requerimientos municipales en trámites ciudadanos en el GAD Municipal de Ibarra. El objetivo principal será desarrollar una solución tecnológica que permita a los ciudadanos interactuar con el GAD Municipal de Ibarra a través de un chatbot, el cual podrá brindar información y realizar trámites de manera automatizada.

Los requisitos de trámites municipales que van a estar disponibles en el chatbot los podemos ver en la figura 2.

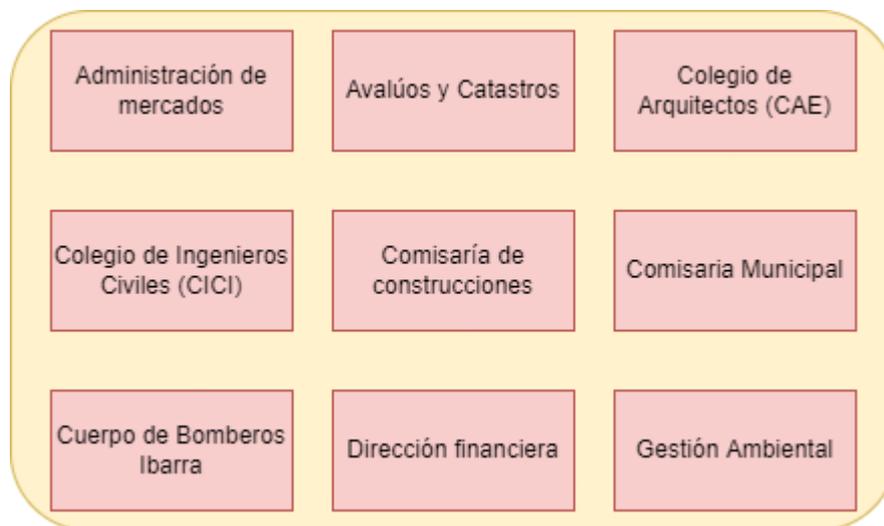


Figura 2: Requisitos de trámites municipales que responderá el chatbot.

El proyecto se basará en herramientas de desarrollo como la API de WhatsApp Business, Dialogflow API, y Microsoft Azure para alojar el chatbot. Para el diseño y estructura del código, se utilizará Node.js, así como una serie de paquetes y librerías para facilitar el desarrollo. Además, para las pruebas y depuración se harán uso de un

número de prueba y un chip adquirido a nombre del municipio para realizar pruebas y comprobar su correcto funcionamiento. La documentación del código se hará de manera detallada en cada archivo JavaScript.

En la figura 3 se ve la arquitectura propuesta para el desarrollo del chatbot.

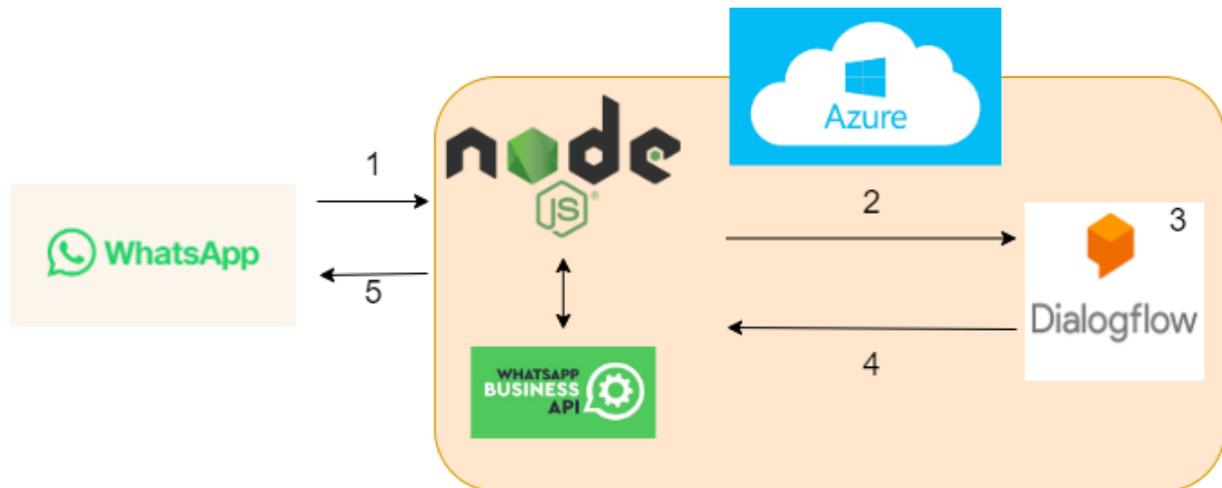


Figura 3: Arquitectura del chatbot

Metodología

La metodología utilizada en este trabajo de grado se basó en un enfoque de desarrollo de software, específicamente en el modelo de ciclo de vida en cascada. Este modelo es ampliamente utilizado en la industria de desarrollo de software debido a su enfoque en la planificación, análisis, diseño, construcción, pruebas y para el lanzamiento se añade el mantenimiento (Simari, 2019).

En primer lugar, se realizó una planificación del proyecto, incluyendo la definición de requisitos y objetivos específicos. Luego, se llevó a cabo un análisis en profundidad del sistema actual y se identificaron las áreas de mejora. A continuación, se diseñó la estructura y la arquitectura del chatbot, utilizando herramientas de inteligencia artificial como Dialogflow.

Posteriormente, se construyó el chatbot utilizando la plataforma de WhatsApp Business API y Dialogflow API. Se llevaron a cabo pruebas para asegurar que el chatbot cumpla con los requisitos y que funcione de manera adecuada.

La metodología utilizada en este trabajo de grado también incluyó la revisión de literatura relacionada al tema de chatbot e inteligencia artificial, como libros y artículos de investigación.

En la figura 4 se describe el proceso de la metodología para el desarrollo del chatbot.

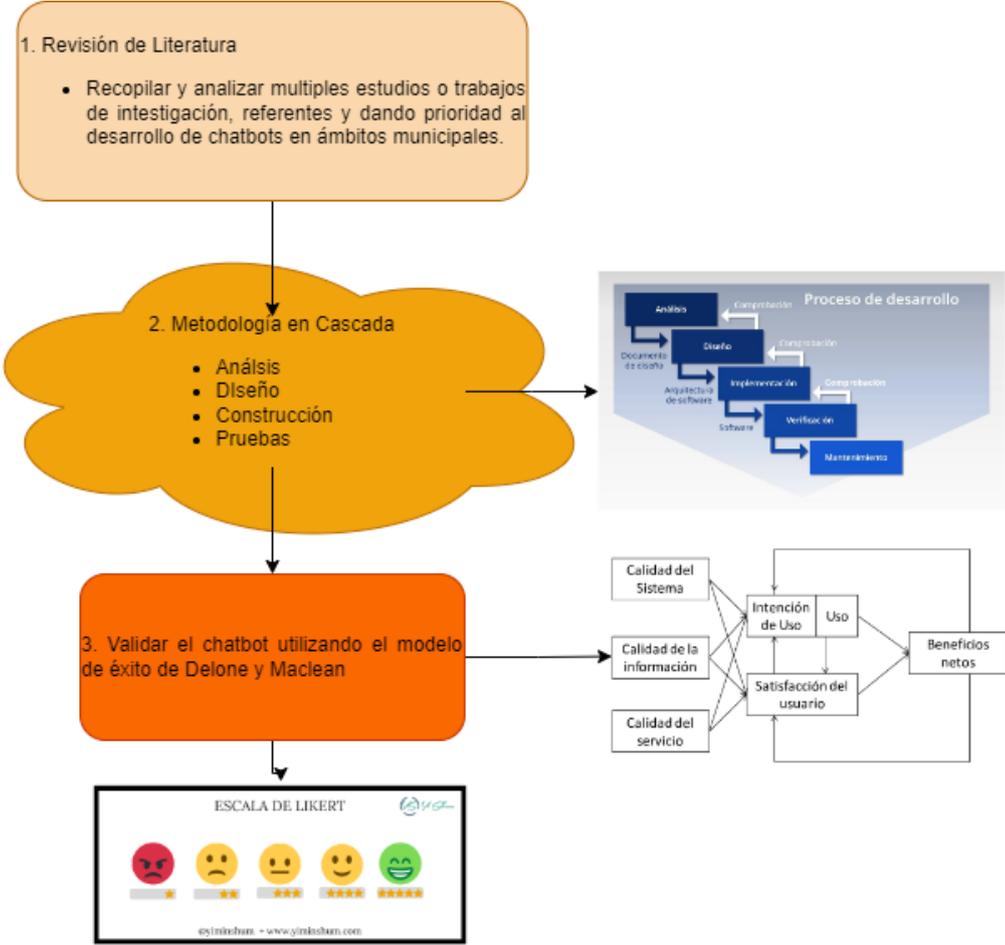


Figura 4: Metodología para el desarrollo del chatbot

Justificación

Con referente a la ODS (ONU, 2015) , se justifica en el objetivo número 9 (Industria, Innovación e Infraestructuras), en el cual se destaca la importancia de la innovación y el progreso tecnológico como claves para encontrar soluciones sostenibles a los desafíos económicos y medioambientales, como el aumento de la eficiencia energética y de recursos, así como en términos de infraestructura de comunicaciones. Esto refuerza la utilidad que se le daría al chatbot, ya que actualmente la gran mayoría de la población posee un teléfono móvil con WhatsApp

Finalmente, como meta se tiene a la 9.b 'Apoyar el desarrollo de tecnologías, la investigación y la innovación nacionales en los países en desarrollo, incluso garantizando un entorno normativo propicio a la diversificación industrial y la adición de valor a los productos básicos, entre otras cosas' (ONU, 2015).

Justificación tecnológica

La implementación de un chatbot se basa en el uso de herramientas de procesamiento de lenguaje natural (NLP) para simular conversaciones en línea y brindar respuestas a preguntas de manera similar a como lo haría un ser humano. La utilización de la inteligencia artificial y el chatbot puede proporcionar beneficios significativos, como la aceleración de servicios, la reducción de costos y la mejora de la eficiencia, lo que a su vez puede mejorar la relación con el cliente (Santos Dheiver, 2020). Además, la elección de Node.js como plataforma del lado del servidor puede ser ventajosa, ya que permite una gran cantidad de complementos y herramientas que pueden ser utilizados para mejorar la funcionalidad del chatbot (Avinash, 2021).

Justificación social

La implementación de un chatbot para la gestión de trámites ciudadanos del GAD Municipal de Ibarra se justifica en la necesidad de mejorar la atención y satisfacción de los ciudadanos, al brindar una forma inmediata e interactiva de obtener información y resolver sus consultas.

Según (Salcedo, 2018), el uso de chatbots permite una atención más eficiente y personalizada a los usuarios, lo que se traduce en una mayor satisfacción y fidelización. Además, al estar disponible las 24 horas del día, los ciudadanos podrán interactuar con el asistente virtual en cualquier momento, lo que les permitirá ahorrar tiempo y evitar limitaciones de horarios de atención. En este sentido, la implementación del chatbot contribuirá a mejorar la calidad de atención al ciudadano y a fortalecer la relación entre la institución y la comunidad.

Justificación Institucional

La implementación de un chatbot en el GAD Municipal de Ibarra también presenta una justificación institucional relevante. De acuerdo con (León-Granizo & León-Granizo, 2020), el chatbot representa una nueva forma de interfaz de usuario que utiliza diálogos para establecer una comunicación efectiva. Esta forma de comunicación, apoyada en herramientas de inteligencia artificial, ha demostrado ser muy satisfactoria para los consumidores, como lo evidencia el estudio de Capgemini, en el que el 69% de los encuestados reportó sentirse satisfecho con las interacciones que han mantenido con chatbots.(Andrei et al., 2018).

No obstante, la misma investigación de Capgemini señala que un 55% de los participantes prefería interactuar con una mezcla de interlocutores humanos y chatbot(Capgemini, 2018). En este sentido, la implementación del chatbot debe estar diseñada de manera que la interacción con los ciudadanos sea fluida y, en caso de ser necesario, se permita la intervención humana para resolver situaciones más complejas o atender requerimientos específicos.

CAPÍTULO 1

1. Marco Teórico

1.1 Chatbot.

Es un software que utiliza mensajes estructurados, para emitirlos de forma automatizada y oportuna como respuestas a las consultas de un interlocutor humano.

Un chatbot es un ejemplo típico de un sistema de IA (Inteligencia Artificial) y uno de los ejemplos más elementales de interacción inteligente humano-computadora (Bansal & Khan, 2018). Es un programa de computadora que responde como una entidad inteligente cuando se le conversa a través de texto o voz y comprende uno o más lenguajes humanos, mediante el Procesamiento de Lenguaje Natural (NLP) (Khanna et al., 2015). En el léxico, un chatbot se define como 'Un programa informático diseñado para simular una conversación con usuarios humanos, especialmente a través de internet' (Dictionary.com, 2022).

Los chatbots son conocidos con diferentes términos, como bots inteligentes, agentes interactivos, asistentes digitales o entidades de conversación artificial. Aunque pueden ser usados para entretener a los usuarios mediante la simulación de conversaciones humanas, su propósito no se limita a eso. De hecho, los chatbots tienen una amplia gama de aplicaciones en la educación, recuperación de información, negocios y comercio electrónico. Debido a sus múltiples ventajas tanto para usuarios como desarrolladores, los chatbots se han vuelto muy populares en la actualidad.

La popularidad de los chatbots ha aumentado considerablemente gracias a su flexibilidad y facilidad de uso. Los chatbots son sistemas independientes de plataforma que se encuentran disponibles para los usuarios de manera instantánea, sin la necesidad de instalaciones adicionales. La interacción con los chatbots se realiza a través de la plataforma de mensajería en la que se encuentran, lo que garantiza la identidad del usuario.

Los chatbots pueden ser fácilmente integrados en conversaciones grupales o compartidos como cualquier otro contacto, permitiendo múltiples conversaciones simultáneas. Además, el conocimiento adquirido en el uso de un chatbot se puede

transferir sin problemas a otros, con requisitos de datos mínimos. Para los desarrolladores, existen varias ventajas, incluyendo la confiabilidad en la comunicación, un proceso de desarrollo rápido y sencillo, la ausencia de fragmentación de versiones y la necesidad limitada de esfuerzos de diseño para la interfaz. Esto ha sido respaldado por estudios como el de (Klopfenstein et al., 2017).

El objetivo de los chatbots es brindar a los usuarios una manera fácil y accesible de acceder a la información a través de una aplicación de mensajería ligera. Actualmente, existen dos tipos distintos de chatbots: chatbots basados en reglas y chatbots de IA. Los chatbots basados en reglas funcionan como preguntas frecuentes interactivas, programados para reconocer ciertos términos y patrones y responder con respuestas preestablecidas. Por otro lado, los chatbots de IA actúan como un cerebro artificial, utilizando capacidades de procesamiento de lenguaje natural y cognitivas sofisticadas para comprender el contexto, la intención y la emoción detrás de las solicitudes de los usuarios. Además, se vuelven cada vez más inteligentes a medida que aprenden de las conversaciones que tienen con los usuarios.(Jindal & Jha, 2020).

1.2 Historia de los chatbot

En 1950, Alan Turing popularizó la idea de un chatbot con su propuesta de la prueba de Turing, que buscaba responder la pregunta "¿Pueden pensar las máquinas?" (Turing, 1950). Sin embargo, el primer chatbot conocido no fue desarrollado hasta 1966, y se llamaba Eliza (Weizenbaum, 1966). El propósito de este chatbot era desempeñar un papel de psicoterapeuta mediante la devolución de las declaraciones del usuario en forma de preguntas. Aunque utilizó un mecanismo de respuesta basado en plantillas y una coincidencia de patrones simple, su capacidad de conversación no era muy avanzada. Sin embargo, fue suficiente para confundir a las personas en un momento en el que no estaban acostumbradas a interactuar con una máquina. En 1972 se desarrolló un chatbot llamado Parry, que tenía una personalidad y mejoró la capacidad de conversación de Eliza (Colby et al., 1971). En 1995, se creó Alice, un chatbot que ganó el Premio Loebner, una prueba de Turing anual, en los años 2000, 2001 y 2004. Fue la primera computadora en obtener el rango de "computadora más humana" (Wallace, 2009).

A partir de la década de 2000, se desarrollaron muchos chatbots, como SmarterChild en 2001, que estuvieron disponibles a través de aplicaciones de mensajería (Molnár et al., 2018). Luego, se crearon asistentes personales virtuales como Apple Siri, Microsoft Cortana, Amazon Alexa, Google Assistant e IBM Watson. La Figura 5 muestra que el interés en los chatbots ha crecido rápidamente desde 2016, según Scopus (Scopus, 2022). Aunque muchos chatbots se desarrollaron para soluciones industriales, hay una amplia gama de chatbots menos conocidos que son relevantes para la investigación y sus aplicaciones (Colace et al., 2018).

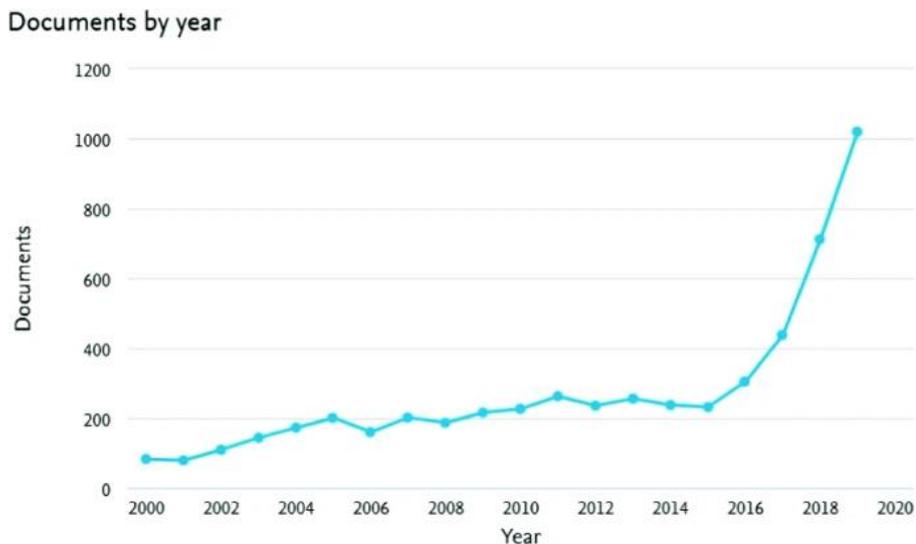


Figura 5: Resultados de búsqueda en Scopus por año para "chatbot" o "agente de conversación" o "interfaz conversacional" como palabras clave de 2000 a 2019.
Fuente: SCOPUS

1.2.1 Breve cronología de los chatbots

En el artículo de (ZEMČÍK, 2019), se menciona una breve cronología de los chatbots:

- 1950: Alan Turing creó la prueba de Turing, que se utiliza para determinar si una máquina puede demostrar un comportamiento inteligente que sea equiparable o indistinguible al de un ser humano.
- 1966: Eliza, el primer chatbot, fue creado por Joseph Weizenbaum, diseñado para ser terapeuta. Usó una metodología de sustitución y coincidencia de patrones para simular una conversación, dando a los usuarios una ilusión de comprensión del bot.

- 1972: Parry, un programa de computadora creado por el psiquiatra y científico de Stanford Kenneth Colby, fue diseñado para modelar el comportamiento de una persona con esquizofrenia paranoide.
- 1981: El programador británico Rollo Carpenter creó el chatbot Jabberwocky. El programa se inició en 1981 y se lanzó en Internet en 1997, con el objetivo de "simular una conversación humana natural de una manera divertida, interesante y entretenida".
- 1985: El robot de juguete inalámbrico, Tomy Chatbot, repite cualquier mensaje grabado en su cinta.
- 1992: Dr. Sbaitso, un chatbot creado por Creative Labs para MS-DOS, "conversaba" con el usuario como si fuera un psicólogo con voz digital. Las entradas repetidas y las entradas mal estructuradas de los usuarios hicieron que Dr. Sbaitso se "descompusiera" en un "ERROR DE PARIDAD" antes de que pudiera reiniciarse.
- 1995: A.L.I.C.E (Artificial Linguistic Internet Computer Entity) fue desarrollada por el ganador del Premio Nobel Richard Wallace.
- 1996: Hex, desarrollado por Jason Hutchens, se basó en Eliza y ganó el Premio Loebner en 1996.
- 2001: Smarterchild, un bot inteligente desarrollado por ActiveBuddy, se distribuyó ampliamente a través de redes globales de mensajería y SMS. La implementación original creció rápidamente para brindar acceso instantáneo a noticias, clima, información bursátil, horarios de películas, listados de páginas amarillas y datos deportivos detallados, así como una variedad de herramientas (asistente personal, calculadoras, traductor, etc.).
- 2006: Se acuñó la idea de Watson a partir de una mesa de comedor; estaba siendo diseñado para competir en el programa de televisión "Jeopardy". En su primera ejecución, solo pudo obtener alrededor del 15 por ciento de las respuestas correctas, pero más tarde, Watson pudo vencer a los concursantes humanos con regularidad.
- 2010: Siri, un asistente personal inteligente, se lanzó como una aplicación para iPhone y luego se integró como parte de iOS. Siri es un spin-out del Siri

fue desarrollado por el Centro Internacional de Inteligencia Artificial SRI y utiliza un motor de reconocimiento de voz proporcionado por Nuance Communications. Además, utiliza tecnologías avanzadas de aprendizaje automático para operar de manera efectiva.

- 2012: Google lanzó el chatbot Google Now. Originalmente, su nombre en clave era "Majel" en honor a Majel Barrett, esposa de Gene Roddenberry y voz de los sistemas informáticos en la franquicia Star Trek; también recibió el nombre en clave "Asistente".
- 2014: Amazon lanzó Alexa. La palabra "Alexa" tiene una consonante dura con la X y, por lo tanto, se puede reconocer con mayor precisión. Esta fue la razón principal por la que Amazon eligió este nombre.
- 2015: Cortana, asistente virtual creado por Microsoft. Cortana puede establecer recordatorios, reconocer la voz natural y responder preguntas utilizando información del motor de búsqueda de Bing. Lleva el nombre de un ficticio
- En mayo de 2016, Google presentó su bot habilitado por voz de la competencia Amazon Echo llamado Google Home en la conferencia de desarrolladores de la compañía. Permite a los usuarios pronunciar comandos de voz para interactuar con varios servicios.
- En 2017, Woebot es un agente conversacional automatizado que lo ayuda a controlar el estado de ánimo, reducir el estrés y aumentar la resiliencia. Woebot utiliza la terapia cognitivo-conductual (CBT) para interactuar con los usuarios y ofrece una forma segura y efectiva de manejar la salud mental.

1.3 Tipos de Chatbots

Los chatbots se pueden clasificar utilizando diferentes parámetros: el dominio del conocimiento, el servicio prestado, los objetivos, el procesamiento de entrada y el método de generación de respuestas, la ayuda humana y el método de construcción.

La clasificación basada en el dominio del conocimiento considera el conocimiento al que puede acceder un chatbot o la cantidad de datos en los que se entrena. Los chatbots de dominio abierto pueden hablar sobre temas generales responder

adecuadamente, mientras que los chatbots de dominio cerrado se centran en un dominio de conocimiento particular y pueden no responder a otras preguntas (Nimavat K, 2017). La clasificación basada en el servicio prestado considera a proximidad sentimental del chatbot con el usuario, la cantidad de interacción íntima que tiene lugar y también depende de la tarea que realiza el chatbot (Nimavat K, 2017).

Los chatbots basados en chat/conversacionales hablan con el usuario, como otro ser humano, y su objetivo es responder correctamente a la oración que se les ha dado. Los chatbots basados en tareas, realizan una tarea específica, como reservar un vuelo o ayudar a alguien. Estos chatbots son inteligentes en el contexto de solicitar información y comprender la entrada del usuario. Los bots de reserva de restaurantes y los chatbots de preguntas frecuentes son ejemplos de chatbots basados en tareas (Kucherbaev et al., 2018).

La clasificación basada en el método de procesamiento de entradas y generación de respuestas tiene en cuenta el método de procesamiento de entradas y generación de respuestas. Se utilizan tres modelos para producir las respuestas adecuadas: modelo basado en reglas, modelo basado en recuperación y modelo generativo (Thao Hien et al., 2018).

Los chatbots de modelos basados en reglas son el tipo de arquitectura con la que se han construido la mayoría de los primeros chatbots, al igual que numerosos chatbots en línea. Eligen la respuesta del sistema en función de un conjunto fijo predefinido de reglas, basado en el reconocimiento de la forma léxica del texto de entrada sin crear nuevas respuestas de texto. El conocimiento utilizado en el chatbot está codificado a mano humanamente y se organiza y presenta con patrones conversacionales (Ramesh et al., 2017). Una base de datos de reglas más completa permite que el chatbot responda a más tipo de entradas de usuarios. Sin embargo, este tipo de modelo no es resistente a los errores ortográficos y gramaticales en la entrada del usuario. La mayoría de las investigaciones existentes sobre chatbots basados en reglas, estudian la selección de respuestas para conversaciones de un solo turno, que solo considera el último mensaje de entrada. En chatbots más parecidos a los humanos, la selección de respuesta de varios turnos tiene en cuenta partes anteriores de la conversación para seleccionar una respuesta relevante para todo el contexto de la conversación (Wu et al., 2017).

Un poco diferente del modelo basado en reglas es el modelo basado en recuperación, que ofrece más flexibilidad a medida que consulta y analiza los recursos disponibles mediante APIs (Thao Hien et al., 2018). Un chatbot basado en recuperación recupera algunos candidatos de respuesta de un índice antes de aplicar el enfoque de coincidencia a la selección de respuesta (Wu et al., 2017).

El modelo generativo de chatbots es capaz de generar respuestas de manera más efectiva que otros tres modelos, al basarse en los mensajes previos y actuales de los usuarios. Estos chatbots utilizan algoritmos de aprendizaje automático y técnicas de aprendizaje profundo para lograr una mayor semejanza con la conversación humana. Sin embargo, existen dificultades para construirlos y entrenarlos (Thao Hien et al., 2018).

Otra clasificación para los chatbots considera la cantidad de ayuda humana en sus componentes. Los chatbots asistidos por humanos utilizan computación humana en al menos un elemento del chatbot. Los trabajadores de la multitud, los autónomos o los empleados de tiempo completo pueden incorporar su inteligencia en la lógica del chatbot para llenar los vacíos causados por las limitaciones de los chatbots totalmente automatizados. Si bien la computación humana, en comparación con los algoritmos basados en reglas y el aprendizaje automático, brinda más flexibilidad y solidez, aun así, no puede procesar una determinada información tan rápido como una máquina, lo que dificulta la escalabilidad a más solicitudes de usuarios (Kucherbaev et al., 2018).

Los chatbots también se pueden clasificar según los permisos que otorga su plataforma de desarrollo. Las plataformas de desarrollo pueden ser de código abierto, como RASA (framework para la creación de asistentes y chatbots), o pueden ser de código propietario, como las plataformas de desarrollo que suelen ofrecer las grandes empresas como Google o IBM (Cabero & Antoni, 2020).

1.3.1 Chatbots de ITR (Respuesta de Interacción de Texto)

Los chatbots ITR son aquellos que no requieren de la aplicación de inteligencia artificial, ya que funcionan con base en comandos. Estos chatbots utilizan botones predefinidos y siguen una lógica secuencial, emulando una conversación, pero siempre desde un menú de opciones previamente establecido. Aunque es el tipo de

chatbot más básico en el mercado, es posible generar un buen nivel de engagement si se piensa en la interacción con el menú como un diálogo natural, con respuestas humanas (incluso las opciones pueden tener un tono más conversacional). Estos chatbots son muy efectivos en aterrizajes conversacionales para captar leads, pero en casos de atención al cliente más complejos, estos chatbots por sí solos no brindarán una buena experiencia, ya que no pueden comprender el lenguaje natural, generar nuevas respuestas o realizar funciones que no hayan sido previamente programadas (Pintos, 2019).

Características:

- Respuestas de interacción de texto.
- No requiere inteligencia artificial.
- Funciona a base de comandos.
- Botones predefinidos.
- Lógica secuencial.
- Emula una conversación a partir de un menú.
- Genera buen nivel de engagement.
- Landing conversacionales.
- No apto para atención al cliente.
- Customización para conversación natural.
- Fáciles de implementar y bajo costo.
- La interacción está siempre controlada.
- Son ideales para calificar prospectos o distribuir la atención.

1.3.2 Chatbots: Smart Chatbot

Los chatbots basados en inteligencia artificial, aprendizaje automático y tecnología NLU (Natural Language Understanding) son los más avanzados tecnológicamente. Estos chatbots tienen la capacidad de procesar el lenguaje natural del usuario, lo que les permite comprender la intención y el contexto de la oración, incluso cuando está mal redactada.

Esto le da a la conversación un tono más natural; y en los casos en que el bot está bien entrenado y los flujos de conversación están bien diseñados, la experiencia es análoga a una conversación con un agente (Convertia, 2021).

Características (Hurtado, 2021):

- Más complejos tecnológicamente: basados en AI y Machine Learning
- Comprende y procesa el lenguaje natural
- Comprende el contexto
- Pueden aprender de la interacción
- Puede aprender de las interacciones específicas de un usuario
- Puede comprender, resolver y responder
- Entidades e Intenciones
- Entrenamiento del chatbot
- Lógica del chatbot
- Aprendizaje activo

1.3.3 Chatbot: Word - Spotting

El chatbot "Word-spotting" es considerado un híbrido entre los bots ITR y los bots cognitivos. Estos chatbots funcionan reconociendo palabras clave y generando respuestas preprogramadas a partir de ellas.

Por ejemplo, si un usuario escribe "horario" en la página de fans de una tienda, el chatbot responde con el horario de apertura de la tienda. Si escribe "programar una consulta" en el chat de un proveedor de atención médica, el bot responde con la fecha y la hora de su próxima cita médica. Esto les da un carácter más conversacional que los bots ITR, pero sin necesidad de un sistema cognitivo para entender la pregunta del cliente.

Estos chatbots son menos costosos que los bots inteligentes y ofrecen una experiencia más conversacional que los bots ITR, por lo que se utilizan ampliamente en el servicio al cliente.

Sin embargo, la desventaja es que estos chatbots no tienen en cuenta la intención ni el contexto al interpretar las palabras clave, lo que puede afectar la precisión de las respuestas en interacciones más complejas. (Convertia, 2021).

1.3.4 Ventajas y desventajas de los Chatbots

¿Por qué los usuarios usan chatbots? Los chatbots parecen ser una gran sorpresa para brindar a los usuarios un soporte rápido y conveniente que responda específicamente a sus preguntas. La motivación más común para los usuarios de

chatbots es la productividad, seguida por el entretenimiento, los factores sociales y el interés en la novedad.

Sin embargo, para equilibrar las motivaciones mencionadas anteriormente, un chatbot debe construirse de manera que actúe como una herramienta, un juguete y un amigo al mismo tiempo (de Paco et al., 2018) .

La capacidad de reducir los costos en atención al cliente y la habilidad de manejar múltiples usuarios simultáneamente son algunas de las razones por las cuales los chatbots se han vuelto tan populares en los entornos empresariales.

Los chatbots ya no son vistos como asistentes, y su forma de interactuar los acerca a los usuarios como simpáticos compañeros. Según el estudio (Aldair Pionce Arteaga et al., 2022), las solicitudes de los usuarios de redes sociales sobre los chatbots para el servicio al cliente son emocionales e informativas, con una tasa de primera categoría superior al 40% y con usuarios que no tiene la intención de obtener información específica.

La capacidad de aprendizaje automático es lo que permite a los chatbots de servicio relacionarse emocionalmente con los clientes, tal como lo hacen los operadores humanos.

Con respecto a la confianza del usuario en los chatbots, depende de factores relacionados con el chatbot en sí, como cuánto responde como humano, cómo se presenta a sí mismo y qué tan profesional es su apariencia. Sin embargo, también depende de factores relativos a los contextos de sus servicios, como la marca del host del chatbot, la privacidad y la seguridad en el chatbot, y otras cuestiones de riesgo sobre el tema de la solicitud.

La semejanza humana se puede sugerir mediante el uso de figuras humanas (señales visuales), nombres asociados con humanos o identidad (señales de identidad) y la imitación de lenguajes humanos (señales conversacionales).

Pronto viviremos en un mundo en el que los interlocutores serán humanos o chatbots y, en muchos casos, no sabremos ni nos importará cuál será nuestro interlocutor.

Ventajas de los chatbots:

- Atención a toda hora.

- Reduce costos y tiempo.
- Obtener datos del cliente.
- Pueden ser una máquina de ventas.
- Para todo tipo de empresas.
- Mejorar la satisfacción del cliente.
- Canal de filtro.

Desventajas de los chatbots:

- No reemplaza la atención humana.
- Tiempo de implementación .
- Necesitan mantenimiento.
- Los clientes existentes son más difíciles de atender.

1.3.5 Árboles de decisión en Chatbots

En el contexto de los chatbots, los árboles de decisión permiten encontrar rápidamente la respuesta precisa a las preguntas de los usuarios. Sin embargo, la tarea más desafiante en la construcción de chatbots es hacer un seguimiento de los bloques de código if...else, los cuales son necesarios para codificar flujos conversacionales complejos.

Los árboles de decisión son fáciles de escribir y entender, y proporcionan una representación visual de una especificación de requisitos de software que puede ser referida por los desarrolladores, gerentes de producto o liderazgo para explicar el comportamiento esperado o realizar cambios si es necesario.

Además, los árboles de decisión permiten depurar más rápido y ayudan cuando se requiere escribir reglas y lógica de negocios.

Para ilustrar su utilidad (Raj, 2019) se presenta un ejemplo simple de un chatbot, representado en la Figura 6, que comienza con una pregunta sobre si el usuario está buscando una camiseta o jeans, y el flujo del diagrama va más allá para brindar opciones relacionadas con el producto al hacer más preguntas.

Es importante tener un flujo de preguntas definido en cada paso antes de construir chatbots para establecer el alcance de cada etapa. Después de crear la funcionalidad

básica, se pueden agregar opciones de color, rango de precios, calificaciones y opciones de descuento.

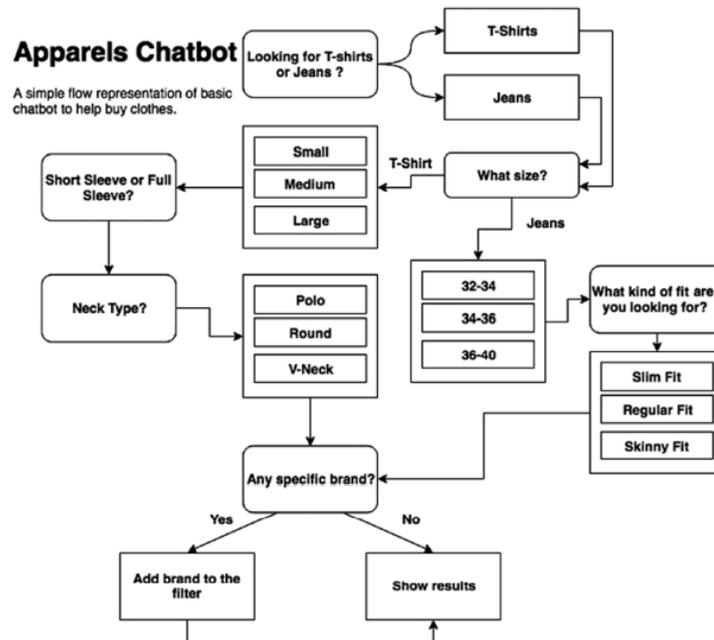


Figura 6: Una representación simple de un chatbot para comprar ropa en línea adaptado de *Building Chatbots with Python Using Natural Language Processing*.

1.4 Chatbots/Bot Frameworks

Los marcos de desarrollo de chatbots ofrecen una solución para que los desarrolladores puedan crear e integrar chatbots en sus sitios web y aplicaciones de manera eficiente y efectiva. En esta sección, se presentará una lista de los principales marcos de desarrollo de chatbots que se pueden utilizar para crear chatbots para portales de administración pública. Se discutirán sus características y capacidades, con el objetivo de ofrecer una guía detallada y práctica para los desarrolladores interesados en crear chatbots.

1.4.1 Microsoft Bot Framework.

Esta herramienta permite crear chatbots de inteligencia artificial conversacional a nivel empresarial, conectándolos de manera sencilla a canales y dispositivos populares.

Según la página de (Microsoft, 2019):

- La interfaz ayuda a crear, conectar, publicar y administrar chatbots. Framework para crear experiencias de inteligencia artificial conversacional de nivel empresarial.
- Azure bot Service permite crear bot inteligentes a nivel de empresa. Utiliza herramientas para conectar de manera fácil el bot a canales y dispositivos populares.
- EL bot tiene la capacidad de hablar, escuchar y comprender a sus usuarios con la integración nativa de Azure Cognitive Services (Janarthanam, 2017).

1.4.2 Wit.ai

Wit.ai es una plataforma de inteligencia artificial que permite a los desarrolladores crear chatbots y otros sistemas de automatización de lenguaje natural. Con Wit.ai, los desarrolladores pueden entrenar a sus modelos de lenguaje natural mediante el uso de ejemplos de conversación en lenguaje natural. Esta plataforma se destaca por su facilidad de uso y su flexibilidad en términos de personalización y configuración. Entre las características de Wit.ai se incluyen (Meta, 2022b):

- Entrenamiento de modelos de lenguaje natural mediante ejemplos de conversación.
- Integración con plataformas de mensajería populares como Facebook Messenger y Slack.
- Soporte para múltiples idiomas y dialectos.
- Uso de machine learning para mejorar la precisión de los modelos de lenguaje natural.
- Posibilidad de personalizar y configurar los modelos de lenguaje natural según las necesidades específicas de cada proyecto.
- Amplia documentación y soporte de la comunidad de desarrolladores.

1.4.3 DialogFlow

Es una herramienta de comprensión de lenguaje natural (NLU). Construye interfaces de conversación basadas en texto o voz para antes conversacionales. Dialogflow funciona con el aprendizaje automático de Google, que se puede utilizar

para conectarse con los usuarios en el Asistente de Google, Amazon Alexa, aplicaciones móviles, Messenger, sitios web, Slack, Twitter y más (Google, 2022).

Dialogflow utiliza la inteligencia artificial para comprender el lenguaje natural de los usuarios y proporcionar respuestas precisas y relevantes. También ofrece herramientas de análisis para que los desarrolladores puedan evaluar el rendimiento del chatbot y mejorar su capacidad de respuesta.

Dialogflow ofrece dos servicios de agentes virtuales diferentes, cada uno con su propio tipo de agente, API, bibliotecas de cliente, documentación e interfaz de usuario.

Tabla 1: Servicios de agentes virtuales en dialogflow.

Fuente: (Google, 2022)

Dialogflow ES	Proporciona el tipo de agente estándar adecuado para agentes pequeños y simples.
Dialogflow CX	Proporciona un tipo de agente avanzado apto para agentes grandes o muy complejos.

La plataforma Dialogflow ofrece una herramienta de interfaz de usuario en línea conocida como la **Consola de Dialogflow** que permite a los usuarios crear, compilar y realizar pruebas en agentes.

La consola de Dialogflow es una herramienta esencial para la creación, compilación, gestión, configuración y pruebas de tus agentes. Esta interfaz de usuario en línea te permite llevar a cabo diversas tareas relacionadas con tus agentes de manera efectiva y eficiente.

1.4.4 IBM Watson

Según (IBM, 2022), IBM Watson es una plataforma de inteligencia artificial que se basa en una red neuronal con más de mil millones de palabras de Wikipedia. Esta tecnología es capaz de comunicarse con los usuarios a través de diferentes plataformas como dispositivos móviles, sitios web, robots y aplicaciones de mensajería. Utiliza el aprendizaje automático para entender y responder a la entrada de lenguaje natural del usuario.

La nueva experiencia de Watson Assistant se centra en el uso de acciones para generar conversaciones con los clientes. Está diseñada para ser fácil de usar, permitiendo a cualquiera crear un asistente virtual. La interfaz es intuitiva y permite crear, probar, publicar y analizar el asistente de manera sencilla.

La navegación proporciona un flujo de trabajo para crear, previsualizar, publicar y analizar el asistente. Cada asistente cuenta con una página de inicio con una lista de tareas para facilitar su creación. El usuario puede crear conversaciones con acciones, que representan las tareas que desea que el asistente ayude a los clientes a realizar. Cada acción incluye una serie de pasos que representan intercambios individuales con un cliente.

La nueva forma de publicar permite revisar y depurar el trabajo en un entorno de borrador antes de publicarlo para los clientes. Además, se proporciona un conjunto de análisis para mejorar el asistente. El usuario puede revisar qué acciones se están completando, determinar si el asistente comprende y atiende las necesidades de los clientes, y tomar decisiones para mejorar el asistente (Mantik et al., 2021).

1.4.5 Pandorabots

Según la página oficial (Pandorabots, 2022), los Pandorabots son una plataforma de desarrollo de chatbots que permite a los usuarios crear y desplegar asistentes virtuales personalizados. La plataforma utiliza AIML (Artificial Intelligence Markup Language) para crear diálogos y scripts para los chatbots.

Uno de los aspectos más interesantes de los Pandorabots es su capacidad para aprender de las interacciones con los usuarios. Cada vez que un usuario interactúa con un bot, la plataforma recopila y analiza datos sobre la interacción para mejorar el rendimiento del bot. Esto permite a los bots aprender y adaptarse a las necesidades de los usuarios con el tiempo.

Los Pandorabots ofrecen una amplia variedad de herramientas para desarrolladores, incluyendo un editor de AIML en línea, una API para la integración con aplicaciones externas y una biblioteca de scripts preconstruidos. Estas herramientas facilitan el proceso de creación y desarrollo de chatbots.

Además, los Pandorabots ofrecen una plataforma de alojamiento para chatbots, lo que permite a los usuarios desplegar sus bots en línea y hacerlos accesibles a través

de una variedad de canales, como sitios web, aplicaciones móviles y redes sociales.(Ramaditiya et al., 2021).

1.4.6 Botpress

Según (Botpress, 2022), Botpress es una plataforma de desarrollo de chatbots de código abierto que permite a los usuarios crear y desplegar asistentes virtuales personalizados. La plataforma ofrece una variedad de características y herramientas para desarrolladores, incluyendo un editor de diálogos en línea, una interfaz de programación de aplicaciones (API) y una biblioteca de scripts preconstruidos.

Una de las principales ventajas de Botpress es su flexibilidad. La plataforma se puede utilizar tanto para la creación de chatbots simples como para la creación de soluciones de inteligencia artificial más complejas. Además, Botpress se integra con una variedad de plataformas y servicios externos, lo que permite a los usuarios desplegar sus chatbots en diferentes canales, como sitios web, aplicaciones móviles y redes sociales.

Botpress también ofrece una función de aprendizaje automático, que permite a los chatbots aprender y adaptarse a las necesidades de los usuarios con el tiempo. A medida que los usuarios interactúan con el chatbot, la plataforma recopila y analiza datos sobre la interacción para mejorar el rendimiento del bot. Además, Botpress cuenta con una comunidad activa de desarrolladores y usuarios que proporcionan soporte y comparten recursos y mejores prácticas. Esto permite a los usuarios obtener ayuda y aprender de otros desarrolladores (Mohan et al., 2019).

1.4.7 Botkit

Según en el repositorio en GitHub de (Brown Ben, 2021), Botkit es un marco de desarrollo de chatbots de código abierto que permite a los desarrolladores crear y desplegar asistentes virtuales personalizados. El marco se basa en Node.js y se integra con una variedad de plataformas de mensajería, como Facebook Messenger, Slack, y Twilio.

Una de las principales ventajas de Botkit es su facilidad de uso. El marco proporciona una serie de herramientas y características que facilitan el desarrollo de chatbots, incluyendo un conjunto de comandos preconstruidos, un sistema de eventos y una API de programación de aplicaciones (API). Además, Botkit se integra con una

variedad de servicios externos, como la inteligencia artificial, para mejorar las capacidades de los chatbots.

Otra ventaja de Botkit es su gran comunidad de desarrolladores y usuarios. La comunidad proporciona soporte y recursos para desarrolladores, incluyendo documentación, tutoriales y ejemplos de código. Esto permite a los desarrolladores aprender y obtener ayuda de otros desarrolladores.

Botkit también ofrece una serie de características avanzadas para desarrolladores, como la capacidad de crear diálogos complejos y personalizar la experiencia del usuario. Además, el marco proporciona una interfaz de programación de aplicaciones (API) para la integración con otras aplicaciones y servicios externos (Prasad et al., 2022).

1.4.8 RASA Stack

Según la documentación de (Rasa Technologies, 2022), RASA Stack es una plataforma de desarrollo de chatbots de código abierto que permite a los desarrolladores crear y desplegar asistentes virtuales personalizados. La plataforma se compone de dos componentes principales: RASA NLU y RASA Core. RASA NLU se encarga del procesamiento del lenguaje natural y la comprensión del usuario, mientras que RASA Core se encarga de la lógica de la conversación y la toma de decisiones.

Una de las principales ventajas de RASA Stack es su flexibilidad. La plataforma se puede utilizar tanto para la creación de chatbots simples como para la creación de soluciones de inteligencia artificial más complejas. Además, RASA Stack se integra con una variedad de plataformas y servicios externos, lo que permite a los usuarios desplegar sus chatbots en diferentes canales, como sitios web, aplicaciones móviles y redes sociales.

RASA Stack también ofrece una función de aprendizaje automático, que permite a los chatbots aprender y adaptarse a las necesidades de los usuarios con el tiempo. A medida que los usuarios interactúan con el chatbot, la plataforma recopila y analiza datos sobre la interacción para mejorar el rendimiento del bot.

Además, RASA Stack cuenta con una comunidad activa de desarrolladores y usuarios que proporcionan soporte y comparten recursos y mejores prácticas. Esto

permite a los usuarios obtener ayuda y aprender de otros desarrolladores (Cabero & Antoni, 2020).

1.4.9 ChatterBot

ChatterBot es un marco de desarrollo de chatbots de código abierto que permite a los desarrolladores crear y desplegar asistentes virtuales personalizados. (Gunther Cox, 2021) El marco se basa en Python y utiliza algoritmos de procesamiento del lenguaje natural para generar respuestas a las preguntas del usuario.

Una de las principales ventajas de ChatterBot es su facilidad de uso. El marco proporciona una interfaz simple y amigable para el desarrollo de chatbots, lo que permite a los desarrolladores comenzar a crear sus chatbots rápidamente. Además, ChatterBot es altamente escalable, lo que permite a los desarrolladores crear chatbots tanto simples como complejos.

Otra ventaja es que ChatterBot se integra con una variedad de plataformas de mensajería, como Facebook Messenger, Slack, y Twilio. Esto permite a los desarrolladores desplegar sus chatbots en diferentes canales.

ChatterBot también cuenta con una función de aprendizaje automático, que permite a los chatbots aprender y adaptarse a las necesidades de los usuarios con el tiempo. A medida que los usuarios interactúan con el chatbot, el marco recopila y analiza datos sobre la interacción para mejorar el rendimiento del bot.

1.4.10 MobileMonkey

MobileMonkey es una plataforma de desarrollo de chatbots para mensajería móvil y redes sociales. La plataforma permite a los usuarios crear y desplegar chatbots personalizados en aplicaciones de mensajería populares, como Facebook Messenger, WhatsApp y WeChat, así como en redes sociales como Instagram y Twitter. Una de las principales ventajas de MobileMonkey es su facilidad de uso. La plataforma proporciona una interfaz intuitiva que permite a los usuarios crear y desplegar chatbots sin tener que escribir código.

Además, MobileMonkey ofrece una variedad de herramientas de automatización de marketing, como mensajes automatizados y segmentación de audiencia, que ayudan a los usuarios a maximizar el alcance y la efectividad de sus chatbots (MobileMonkey, 2022).

Otra ventaja de MobileMonkey es su capacidad para integrarse con una variedad de aplicaciones y servicios externos, como CRM, herramientas de análisis y sistemas de pago. Esto permite a los usuarios aprovechar al máximo las funciones de sus chatbots. MobileMonkey también cuenta con una función de aprendizaje automático, que permite a los chatbots aprender y adaptarse a las necesidades de los usuarios con el tiempo. A medida que los usuarios interactúan con el chatbot, la plataforma recopila y analiza datos sobre la interacción para mejorar el rendimiento del bot.

1.5 Estrategias y tecnologías en la implementación de chatbot en servicios municipales

La implementación de chatbot en servicios municipales se ha vuelto cada vez más popular en los últimos años debido a su capacidad para mejorar la eficiencia y eficacia en la atención al ciudadano. Sin embargo, también existen problemas que deben ser considerados al implementar esta tecnología (Maragno et al., 2022).

Uno de los principales desafíos es asegurar la calidad en la atención al ciudadano mediante el chatbot. Esto implica desarrollar un sistema que pueda entender y responder adecuadamente a las preguntas y solicitudes del usuario, así como brindar información precisa y actualizada.

También es importante considerar la accesibilidad para personas con discapacidades y con dificultades en el manejo de tecnología, garantizando una experiencia de usuario satisfactoria para todos (Roberto et al., 2020). Uno de los problemas más comunes en la implementación de chatbot en servicios municipales es la falta de integración con sistemas existentes.

Muchos servicios municipales ya tienen sistemas en su lugar para manejar diferentes tareas y procesos, y agregar un chatbot a estos sistemas puede ser complicado y requerir una gran cantidad de recursos. (Borja Lisbeth, 2022). Además, un problema es la falta de capacitación y conocimiento técnico en el personal municipal también puede ser un problema.

Es esencial que el personal municipal esté capacitado para utilizar eficientemente el chatbot y brindar un servicio de calidad al ciudadano. Esto puede causar problemas en la recuperación de datos y la eficiencia en la gestión de trámites (Dias et al., 2019).

Otro desafío es garantizar la seguridad de la información, especialmente en el caso de trámites ciudadanos que involucran información personal y confidencial. Es necesario implementar medidas de seguridad adecuadas para garantizar la privacidad y protección de la información del usuario (Cisneros Erick, 2021).

En cuanto a las tecnologías existentes para la implementación de chatbot en servicios municipales, actualmente existen diversas plataformas y herramientas que permiten el desarrollo de estos sistemas de manera fácil y accesible. Como se ha visto algunas de las más populares incluyen Dialogflow, Botkit, Botpress, Microsoft Bot Framework.

Cada una de estas plataformas tiene sus propias características y ventajas, pero en general, permiten la creación de chatbots mediante la utilización de lenguaje natural, inteligencia artificial y aprendizaje automático. Además, muchas de estas herramientas cuentan con la posibilidad de integrarse con otras plataformas, como mensajería instantánea o aplicaciones móviles, lo que permite una mayor flexibilidad en la implementación del chatbot.

En cuanto a las estrategias de implementación, es importante mencionar que una buena planificación y diseño es esencial para garantizar el éxito del chatbot. Es importante tener en cuenta aspectos como los objetivos del chatbot, el público objetivo, el contenido y la funcionalidad del sistema.

Otro factor clave en la implementación de chatbot es la capacitación y el soporte al usuario. Es importante asegurar que los usuarios puedan interactuar con el chatbot de manera fácil e intuitiva, y que cuenten con recursos y soporte para resolver cualquier problema o duda que puedan tener.

En conclusión, la implementación de chatbot en servicios municipales presenta desafíos y problemas que deben ser abordados para garantizar una implementación exitosa. Es importante adoptar un enfoque estratégico y utilizar tecnologías adecuadas, como herramientas de automatización de conversación, plataformas de mensajería y tecnologías de lenguaje natural, para garantizar una experiencia del usuario satisfactoria y una eficiencia en la gestión de trámites.

CAPÍTULO 2

2. Desarrollo del chatbot

2.1 Metodología en cascada

La metodología en cascada es un enfoque tradicional para la gestión de proyectos que se basa en la idea de dividir un proyecto en diferentes etapas o fases secuenciales. Cada etapa tiene un objetivo claro y conjunto de entregables definidos, y se considera completa cuando se alcanzan esos objetivos y se entregan los entregables correspondientes. Esta metodología se utiliza ampliamente en muchos campos, como la ingeniería, la construcción y la informática, y suele ser considerada como un enfoque de ‘todo o nada’ (Thesing et al., 2021).

La metodología en cascada se caracteriza por tener una serie de pasos o fases bien definidos, como se ve en la figura 7.



Figura 7: Metodología en cascada

Una de las principales ventajas de la metodología en cascada es que permite una mayor organización y control del proyecto, lo que facilita su gestión y permite entregar un producto de calidad. Sin embargo, también tiene algunas desventajas, como que puede ser inflexible y no permitir cambios una vez que se ha avanzado en una etapa,

y que puede ser costoso requerir mucho tiempo si se trata de un proyecto grande y complejo (Shevat, 2016).

2.2 Análisis del chatbot

2.2.1 Análisis de las necesidades del ciudadano

La primera etapa de la metodología en cascada para el desarrollo de un chatbot es la recopilación y análisis de requisitos. En esta etapa, se lleva a cabo un análisis de las necesidades del usuario y se determina el propósito y las funcionalidades del chatbot (Wlodarski & Poniszewska-Maranda, 2019).

Algunas de las tareas que se llevan a cabo en esta etapa incluyen:

- Entrevistar a los usuarios para entender sus necesidades y expectativas respecto del chatbot.
- Realizar un análisis para identificar qué funcionalidades tienen los chatbots existentes y cuáles son las necesidades no cubiertas.
- Definir el propósito y las funcionalidades del chatbot, incluyendo su propósito general, los objetivos específicos que debe cumplir y las tareas que debe realizar.
- Crear un ejemplo de conversación que sirva de guía para el diseño y la implementación del chatbot.
- Establecer los requisitos técnicos y de recursos necesarios para desarrollar y ejecutar el chatbot.

2.2.2 Fuentes y técnicas de investigación.

Para cumplir con las tareas de la primera etapa de la metodología en cascada para el desarrollo de un chatbot que tenga como objetivo automatizar el intercambio de información entre el ciudadano y el chatbot, se pueden llevar a cabo las siguientes acciones:

- Realizar un estudio de observación para conocer las necesidades y preferencias de los ciudadanos en relación con la información que desean obtener sobre trámites municipales.

- Hablar con ciudadanos potenciales para recopilar información detallada sobre sus necesidades y expectativas respecto del chatbot.
- Realizar un análisis de la competencia para identificar las funcionalidades que ofrecen otros chatbots.
- Definir el propósito y las funcionalidades del chatbot de manera clara y concisa, teniendo en cuenta las necesidades de los ciudadanos y los objetivos del desarrollo del chatbot.
- Crear un ejemplo de conversación que sirva como guía para el diseño y la implementación del chatbot, definiendo las distintas rutas de conversación y cómo se comportará el chatbot ante diferentes preguntas de los ciudadanos sobre trámites municipales.
- Establecer los requisitos técnicos y de recursos necesarios para desarrollar y ejecutar el chatbot, como la plataforma de desarrollo y la herramienta de inteligencia artificial a utilizar.

En las figuras 8 y 9 se ve el resumen de este análisis.

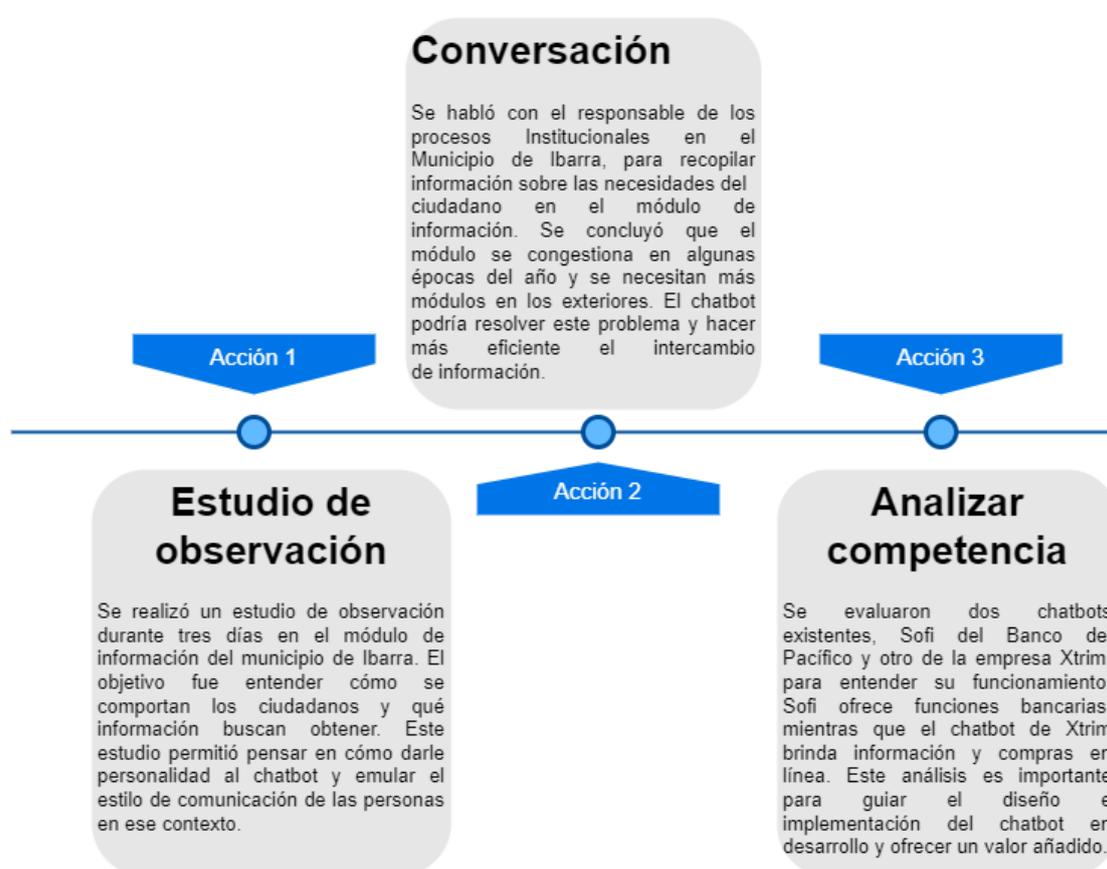


Figura 8: Resumen de las primeras 3 acciones del análisis del chatbot



Figura 9: Resumen de las 3 acciones restantes del análisis del chatbot.

2.3 Diseño de la solución

La segunda etapa de la metodología en cascada es el diseño de la solución, que consiste en desarrollar una solución detallada para el chatbot que cumpla con las necesidades y expectativas de los ciudadanos y alcance los objetivos del desarrollo del chatbot (Wlodarski & Poniszewska-Maranda, 2019).

En esta etapa, se llevan a cabo acciones como diseñar la interfaz de usuario del chatbot, desarrollar el código del chatbot, probar y validar el chatbot para asegurarse de que cumpla con las especificaciones definidas en la etapa anterior (Følstad et al., 2020).

2.3.1 Arquitectura del chatbot

La arquitectura del chatbot es un elemento clave para su correcto funcionamiento. La arquitectura es el conjunto de componentes y su interacción que permiten el

procesamiento y respuesta a los mensajes de los usuarios. En la arquitectura de un chatbot se incluyen componentes como el servidor, el procesador de lenguaje natural y la API de mensajería.

Se presenta la arquitectura del chatbot con Node.js, Dialogflow y la API de WhatsApp Business. El servidor Node.js se encarga de recibir y procesar los mensajes enviados por los usuarios a través de la API de WhatsApp Business, mientras que Dialogflow procesa los mensajes utilizando modelos de aprendizaje automático para determinar la intención del mensaje y generar una respuesta adecuada. La figura 10 de la arquitectura del chatbot proporciona una visualización clara del flujo de información y procesamiento de los mensajes para una mejor comprensión de cómo funciona el chatbot.

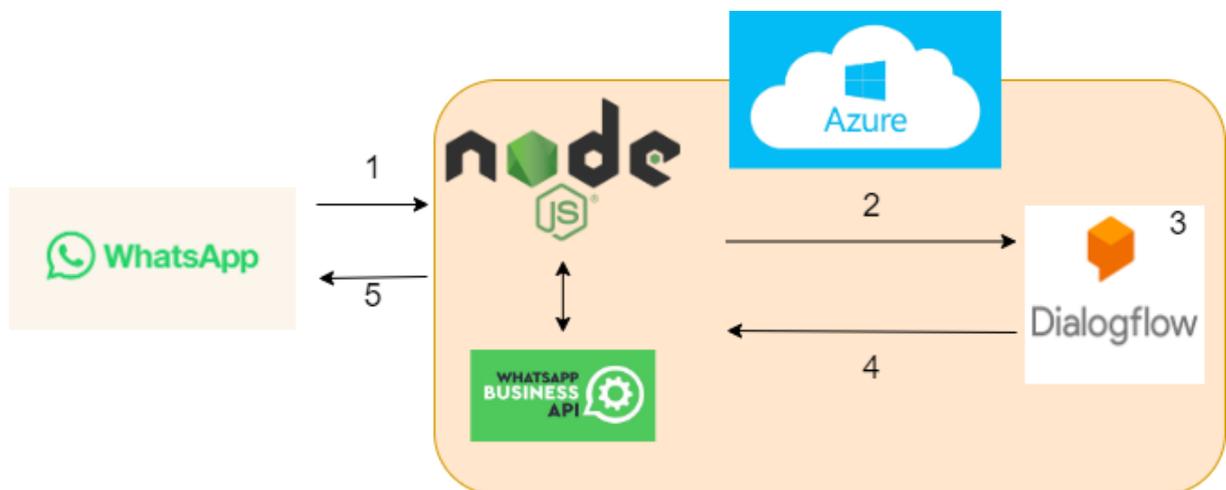


Figura 10: Arquitectura del chatbot

1. El ciudadano envía un mensaje a través de WhatsApp, que llega al servidor Node.js a través de la API de WhatsApp Business. El servidor este alojado en la nube de Microsoft Azure.

2. El servidor Node.js procesa el mensaje y lo envía a Dialogflow para su procesamiento.

3. Dialogflow procesa el mensaje utilizando sus modelos de aprendizaje automático para determinar la intención del mensaje y generar una respuesta adecuada.

4. Dialogflow envía la respuesta al servidor Node.js.

5. El servidor Node.js envía la respuesta del chatbot de vuelta al usuario a través de la API de WhatsApp Business.

2.3.2 Diagrama de flujo conversacional

El diseño del diagrama de flujo conversacional es un elemento clave para la efectividad del chatbot. El diagrama de flujo conversacional es una representación visual del proceso de interacción entre el usuario y el chatbot, que muestra los diferentes pasos que el usuario debe seguir para realizar una tarea específica y cómo el chatbot responde a cada uno de ellos.

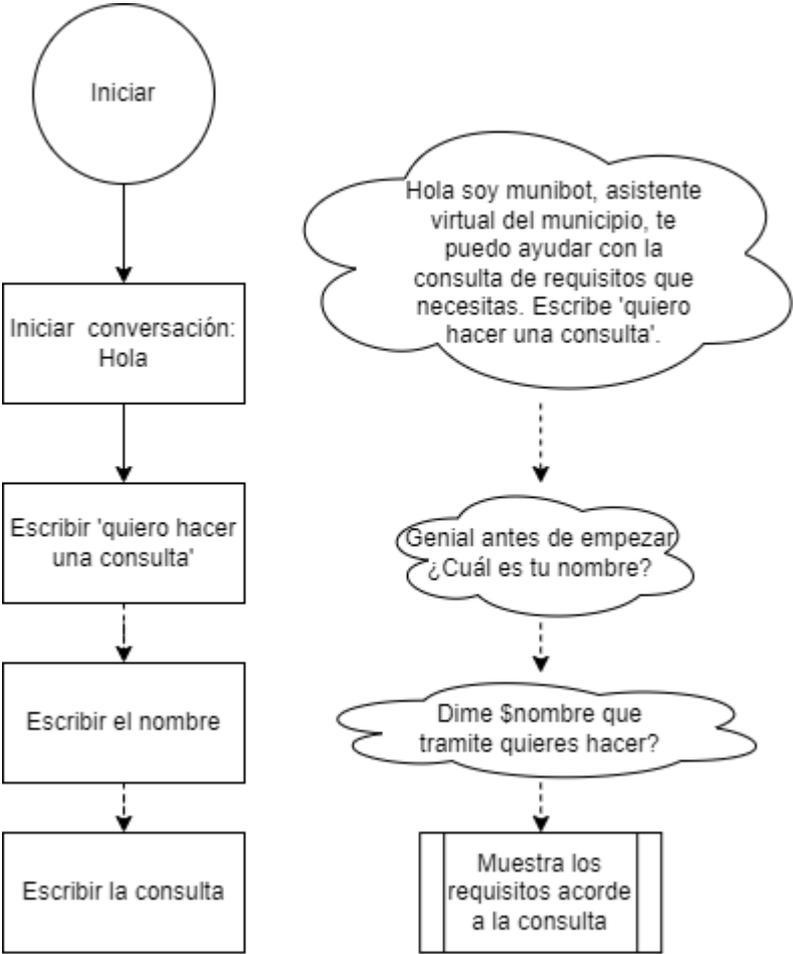


Figura 11: Diagrama simple de flujo del chatbot

Como se ve en la figura 11 el diagrama de flujo conversacional se diseña de manera clara y sencilla, con el objetivo de que los usuarios puedan realizar sus trámites de manera fácil y eficiente sin necesidad de interacción humana. El diseño se basa en la identificación de las posibles rutas de conversación que el usuario puede seguir para

realizar un trámite ciudadano, tomando en cuenta diferentes escenarios y creando respuestas adecuadas para cada uno de ellos.

2.3.3 WhatsApp Business API

Envía y recibe mensajes con una versión alojada en la nube de la Plataforma de WhatsApp Business. La API de la nube te permite implementar las API de WhatsApp Business sin la necesidad de alojar tus propios servidores. Además, podrás ampliar de manera más simple el alcance de los mensajes comerciales. (Meta, 2022a).

La API de WhatsApp Business es una plataforma de desarrollo de aplicaciones (API, por sus siglas en inglés) que permite a las empresas integrar servicios de mensajería de WhatsApp en sus sistemas y procesos de negocio. Esta API es una solución de mensajería empresarial desarrollada por WhatsApp y Facebook que permite a las empresas comunicarse de manera más eficiente con sus clientes y proveedores a través de la plataforma de mensajería más popular del mundo (Smutny & Schreiberova, 2020).

Algunas de las características clave de la API de WhatsApp Business son:

- Mensajería automatizada: permite a las empresas enviar mensajes automatizados a sus clientes de manera personalizada y programada, como recordatorios de citas, notificaciones de pedidos, y mensajes de bienvenida.
- Mensajería personalizada: permite a las empresas enviar mensajes personalizados y atender a sus clientes de manera individualizada, proporcionando información relevante y resolviendo dudas y problemas.
- Integración con sistemas externos: permite a las empresas integrar la API de WhatsApp Business con sus sistemas de gestión de clientes, bases de datos, y otras herramientas de negocio, facilitando la automatización de procesos y la obtención de información en tiempo real.
- Seguridad: la API de WhatsApp Business ofrece un alto nivel de seguridad y privacidad de la información, protegiendo los datos de los usuarios y garantizando la confidencialidad de las conversaciones.
- Disponibilidad: la API de WhatsApp Business está disponible en más de 180 países y en más de 50 idiomas, lo que permite a las empresas llegar a una audiencia global de manera eficiente.

- Herramientas de desarrollo: la API de WhatsApp Business proporciona herramientas de desarrollo y documentación completa para que los desarrolladores puedan integrar fácilmente la plataforma en sus proyectos de software.

Para utilizar la API de WhatsApp Business, las empresas deben crear una cuenta en la plataforma de desarrollo de aplicaciones de WhatsApp (<https://www.facebook.com/business/m/whatsapp/overview>), y seguir un proceso de verificación y aprobación para obtener acceso a la plataforma. Una vez aprobada la cuenta, las empresas pueden utilizar la API de WhatsApp Business a través de diferentes canales, como una aplicación web, una aplicación móvil, o un chatbot (Hitchins, 2022). La API de WhatsApp Business proporciona un conjunto de herramientas y recursos para el desarrollo de aplicaciones, como una consola de administración, una consola de mensajería, una API de mensajería, y una API de chatbot. Estas herramientas permiten a las empresas enviar mensajes automatizados y personalizados, integrar la plataforma con sus sistemas externos, y monitorizar y gestionar las conversaciones con sus clientes de manera eficiente (Syniverse Technologies, 2021).

Además, la API de WhatsApp Business proporciona una documentación detallada y recursos de soporte técnico para ayudar a los desarrolladores a integrar la plataforma en sus proyectos de manera rápida y sencilla. También cuenta con una comunidad de desarrolladores y un foro de soporte para resolver dudas y compartir experiencias con otros usuarios de la plataforma.

Es importante tener en cuenta que la API de WhatsApp Business está sujeta a ciertas políticas y regulaciones que deben ser cumplidas por las empresas que la utilizan. Estas políticas incluyen el respeto a la privacidad y la confidencialidad de la información de los usuarios, la no utilización de la plataforma para el envío de spam o contenido inapropiado, y la obligación de cumplir con todas las leyes y regulaciones aplicables en el país o jurisdicción en el que se utilice la API de WhatsApp Business (Joy Liu, 2022).

2.3.4 Consola Dialogflow y API

Dialogflow es una plataforma de desarrollo de chatbots y aplicaciones de voz desarrollada por Google. Esta plataforma permite a los desarrolladores crear chatbots

y aplicaciones de voz inteligentes y naturales que pueden interactuar con los usuarios a través de diferentes canales de comunicación, como aplicaciones móviles, aplicaciones web, dispositivos de voz, y mensajerías (Muhammad et al., 2020).

En la figura 12 se ve la interfaz de la consola de Dialogflow, se estructura en tres paneles principales, los cuales son los siguientes:

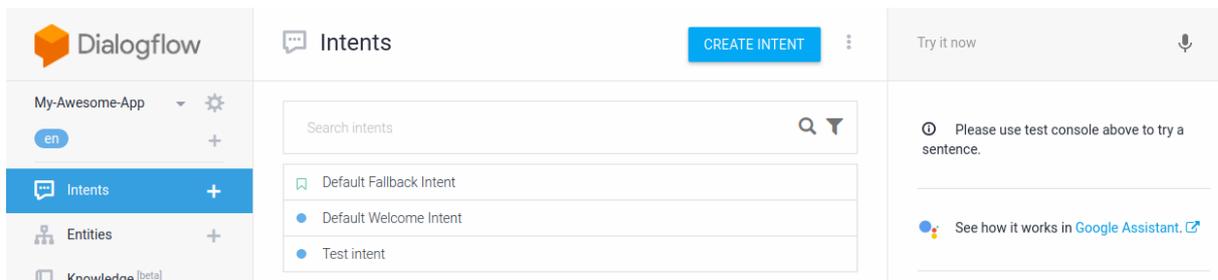


Figura 12: Consola Dialogflow. Fuente:(Google Cloud, 2022)

En la barra lateral izquierda de la consola, se encuentra el menú que te permite seleccionar un solo agente a la vez. Después de seleccionar un agente, puedes utilizar las opciones del menú para compilar y administrar varios elementos del agente. Por ejemplo, al hacer clic en **Intents**, se desplegará una lista de los intents correspondientes al agente seleccionado en el panel central de la consola.

El panel central de la consola muestra datos y controles de edición para la opción seleccionada en el menú de la barra lateral. Por ejemplo, si has seleccionado **Intents**, se mostrará una lista editable de los intents correspondientes al agente seleccionado en este panel. De esta manera, puedes realizar cambios y ajustes en los distintos elementos del agente de forma cómoda y eficiente.

El panel de la derecha de la consola corresponde al **Simulador de Dialogflow**. Este simulador te permite interactuar con tu agente mediante la introducción de mensajes o mediante la voz. Es una herramienta muy útil para probar el comportamiento de tu agente y asegurarte de que esté funcionando correctamente. En muchas guías de inicio rápido y guías prácticas, se proporcionan ejemplos del uso del simulador para ayudarte a familiarizarte con su funcionamiento y sacar el máximo provecho de esta herramienta.

Agentes

Un agente de Dialogflow es un asistente virtual diseñado para manejar conversaciones con los usuarios finales. Este agente es un módulo de comprensión del lenguaje natural que es capaz de entender los matices del lenguaje humano.

El agente opera de manera similar a un agente humano en un centro de llamadas. Los agentes, ya sean humanos o virtuales, deben ser entrenados para manejar las situaciones de conversación esperadas, pero a diferencia de los agentes humanos, el entrenamiento de los agentes de Dialogflow no tiene que ser demasiado explícito.

Los agentes de Dialogflow cumplen una función importante como contenedor de nivel superior para la configuración y los datos. Entre las distintas funcionalidades que ofrecen, se incluyen las siguientes:

- Configuración del agente: que permite definir opciones de lenguaje, configuración de aprendizaje automático y otras opciones que controlan el comportamiento del agente.
- Intents: que se utilizan para clasificar y comprender las intenciones del usuario final en cada turno de conversación.
- Entidades: que permiten identificar y extraer datos específicos de las expresiones del usuario final.
- Conocimiento: que se utiliza para analizar documentos como preguntas frecuentes y encontrar respuestas automáticas.
- Integraciones: que permiten que aplicaciones se ejecuten en dispositivos o servicios y manejen las interacciones del usuario final en nombre del agente, como es el caso del Asistente de Google.
- Entrega: que se utiliza para conectar tu servicio cuando se usan integraciones.

Intent

Un intent se utiliza para clasificar la intención del usuario final en un turno de conversación. Para cada agente, se definen varios intents, los cuales, cuando se combinan, pueden manejar una conversación completa. Cuando un usuario final escribe o dice algo, lo que se conoce como expresión de usuario final, Dialogflow

busca el intent que mejor se ajusta a esa expresión. Este proceso de búsqueda y selección del intent adecuado se conoce como **clasificación de intent**. De esta manera, el agente puede entender la intención del usuario y responder de manera apropiada y efectiva.

Un intent en Dialogflow se compone de los siguientes elementos:

- Frases de entrenamiento: son ejemplos de lo que los usuarios finales podrían decir. Cuando una expresión del usuario final se asemeja a una de estas frases, Dialogflow hace una coincidencia con el intent correspondiente. No es necesario definir todos los ejemplos posibles, ya que el aprendizaje automático de Dialogflow expande la lista con frases similares.
- Acción: se puede definir una acción para cada intent. Cuando se produce una coincidencia, Dialogflow proporciona la acción a tu sistema, la cual puede ser utilizada para activar ciertas acciones definidas en el sistema.
- Respuestas: se deben definir las respuestas de texto, voz o visuales para mostrar al usuario final. Estas respuestas pueden proporcionar información, solicitar más información o finalizar la conversación.

En la figura 13, se muestra el flujo básico para detectar coincidencias de intents y responder al usuario final.

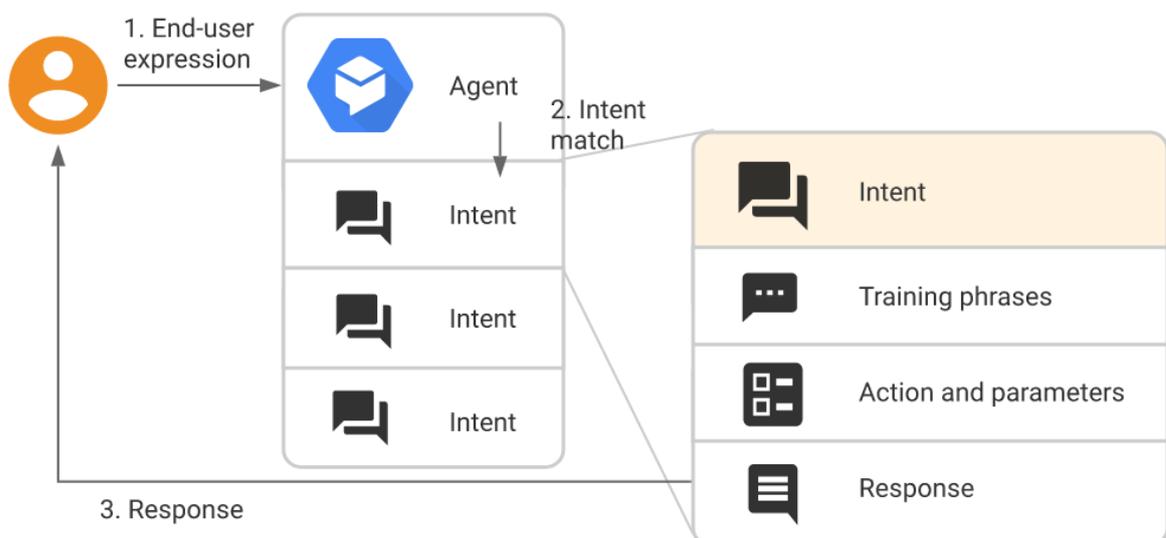


Figura 13: Detección de intents. Fuente: (Google Cloud, 2022)

Frases de entrenamiento

Las frases de entrenamiento en Dialogflow son ejemplos de lo que los usuarios finales podrían escribir, también conocidas como expresiones de usuario final. Para cada intent, se deben crear múltiples frases de entrenamiento. Cuando una expresión de usuario final se asemeja a una de estas frases, Dialogflow hace una coincidencia con el intent correspondiente. De esta manera, los intents pueden entender y manejar las intenciones de los usuarios finales de manera efectiva en el entorno de conversación.

Se recomienda crear entre 10 y 20 frases de entrenamiento para cada intent en Dialogflow, dependiendo de la complejidad del intent. Esto es necesario para que el agente pueda reconocer una variedad de expresiones de usuario final y comprender correctamente las intenciones de los usuarios. Al proporcionar múltiples ejemplos de cómo los usuarios pueden expresar una intención determinada, se mejora la capacidad del agente para identificar y clasificar la intención del usuario final. Esto permite una mejor interacción con el usuario y una experiencia de usuario más satisfactoria.

Respuestas

Los intents en Dialogflow cuentan con un controlador de respuestas integrado que permite mostrar respuestas después de la coincidencia del intent. Sin embargo, es importante tener en cuenta que esta característica solo admite respuestas estáticas. Aunque es posible utilizar referencias del parámetro en estas respuestas para volverlas dinámicas en cierta medida. Esto significa que las respuestas pueden ser personalizadas en función de los valores extraídos de la expresión del usuario final. De esta manera, se puede proporcionar una experiencia de usuario más personalizada y efectiva.

Coincidencia de intents

Dialogflow utiliza el proceso de comparación de **expresiones de usuario final** con las **frases de entrenamiento** para encontrar una coincidencia entre ellas y los intents correspondientes. Esta coincidencia se conoce como **clasificación de intent** y se utiliza para identificar el intent más apropiado para la expresión del usuario final.

Dialogflow utiliza dos algoritmos diferentes (ver tabla 2) para encontrar la mejor coincidencia entre las expresiones de usuario y los intents correspondientes: la coincidencia gramatical basada en reglas y la coincidencia por Aprendizaje Automático (AA). Para obtener la coincidencia más precisa posible, Dialogflow intenta aplicar ambos algoritmos simultáneamente y elegir la opción que mejor se ajuste a la expresión del usuario final.

*Tabla 2: Algoritmos que utiliza dialogflow.
Fuente: (Google, 2022)*

Algoritmo	Ventajas	Desventajas
Coincidencia gramatical basada en reglas	<ul style="list-style-type: none"> • Es precisa con cantidades grandes o pequeñas de ejemplos de frases de entrenamiento. • Los modelos se actualizan con rapidez. 	<ul style="list-style-type: none"> • No admite la opción de entidad de expansión automática.
Coincidencia por AA (Aprendizaje Automático)	<ul style="list-style-type: none"> • Es precisa con una cantidad grande de ejemplos de frases de entrenamiento. • La identificación de coincidencias es rápida. 	<ul style="list-style-type: none"> • Es poco precisa con una cantidad pequeña de ejemplos de frases de entrenamiento. • Los modelos se actualizan con lentitud. • Es menos precisa que la coincidencia gramatical para agentes con frases de entrenamiento en el modo de plantilla.

En el proceso de búsqueda de una coincidencia de intent, Dialogflow asigna una puntuación de confianza a cada posible coincidencia, conocida como confianza de detección de intent. Esta puntuación varía entre 0.0 y 1.0, donde 0.0 indica una completa incertidumbre y 1.0 indica una certeza total. Una vez que se han asignado las puntuaciones, se pueden obtener tres resultados:

- Si el intent con la puntuación más alta tiene una confianza de detección de intent mayor o igual al umbral de clasificación de AA (0.3), se considera una coincidencia.
- Si ningún intent supera el umbral, se establece una coincidencia con un intent de respaldo.
- Si ningún intent supera el umbral y no se ha definido un intent de respaldo, no se encontrará ninguna coincidencia.

Conectores de conocimiento

Los conectores de conocimiento son un complemento para los intents definidos en Dialogflow. Estos conectores se encargan de analizar documentos de conocimiento, tales como preguntas frecuentes o artículos, con el propósito de encontrar respuestas automáticas. Para poder utilizarlos, es necesario definir una o varias bases de conocimiento que consisten en colecciones de documentos de conocimiento.

Aunque los conectores de conocimiento resultan útiles para encontrar respuestas automáticas en documentos de conocimiento, es importante tener en cuenta que ofrecen menos control y precisión de respuesta en comparación con los intents definidos.

Dialogflow admite diferentes tipos de documentos de conocimiento, entre los cuales se encuentran las Preguntas Frecuentes y los documentos para el Control de calidad de extracción.

El formato de las Preguntas Frecuentes se compone de pares de preguntas y respuestas, y puede estar en formato HTML o CSV. Aunque los formatos HTML típicos son analizados con precisión, es posible que el análisis falle en casos de formatos inusuales. En el caso de los archivos CSV, las preguntas deben estar en la primera columna y las respuestas en la segunda, sin encabezado. Gracias a este formato explícito, siempre se analizan con precisión.

Por otro lado, los documentos para el Control de calidad de extracción contienen texto no estructurado y se utilizan para responder preguntas.

Registro de interacciones

Los registros de interacciones, también conocidos como registros de conversaciones, registran los mensajes intercambiados entre los usuarios finales y el agente en Dialogflow. Es posible explorar y eliminar estos datos utilizando las herramientas de Historial y Entrenamiento.

Historial

La herramienta de Historial de Dialogflow permite explorar y borrar los registros de interacción del agente (Ver figura 14). Estos registros se organizan por conversación y se muestran en orden cronológico inverso.

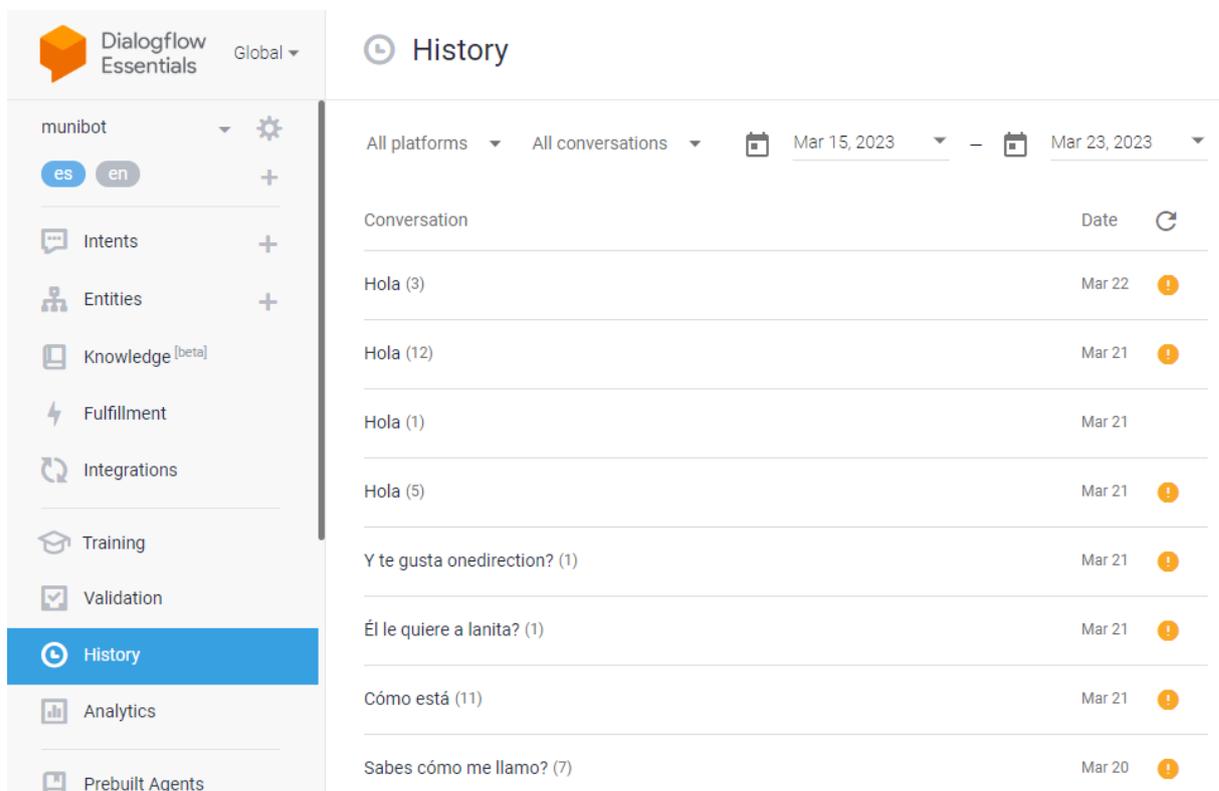


Figura 14: Interfaz de la herramienta historial

Entrenamiento

Cuando el agente está entrenado, Dialogflow utiliza los datos de entrenamiento proporcionados para crear un modelo de aprendizaje automático específico para el agente. Estos datos de entrenamiento se componen principalmente de intents, frases de entrenamiento de esos intents y entidades que se utilizan como etiquetas de datos de aprendizaje automático. Sin embargo, la creación de modelos de agente también

se realiza con la ayuda de otras variables, como las respuestas de los mensajes, la configuración del agente y otros datos asociados con el agente.

Herramienta de entrenamiento

La herramienta de Entrenamiento en Dialogflow permite revisar las entradas de los usuarios finales que se han enviado al agente y mejorar los datos de entrenamiento. Con esta herramienta, es posible:

- Revisar las entradas reales de los usuarios finales y los intents que coinciden con cada turno de conversación utilizando el modelo de agente actual.
- Agregar las expresiones de los usuarios finales de estas conversaciones a las frases de entrenamiento de los intents coincidentes, intents diferentes o intents de resguardo.
- Importar las expresiones de los usuarios finales previamente preparadas o capturadas a partir de conversaciones reales.

Lista de conversaciones

Al abrir la herramienta de Entrenamiento en Dialogflow, se mostrará una lista de conversaciones recientes organizada en orden cronológico inverso. Cada fila de la lista incluye un resumen de una conversación. En la figura 15, se describe cada uno de los elementos de la interfaz de usuario (IU).

Elemento de la IU	Descripción
Conversación	La primera expresión del usuario final en la conversación.
Fecha	La fecha en la que se produjo o se importó la conversación.
	Cuando se usa una conversación para actualizar los datos de entrenamiento (como se describe a continuación), el indicador de estado de la fila muestra una marca de verificación verde.

Figura 15: Elementos de la IU de la lista de conversaciones

Vista de entrenamiento

Al hacer clic en una fila de la lista de conversaciones, se abrirá la conversación en la vista de Entrenamiento en Dialogflow. Esta vista muestra una lista de los turnos de la conversación y proporciona controles para agregar estos datos a los datos de entrenamiento del agente.

Al editar los datos que se muestran en la vista de Entrenamiento o al hacer clic en el botón de una tarea ubicado a la derecha, se crean tareas de actualización de datos de entrenamiento que se guardan en cola. Una vez que hayas terminado de crear tareas, debes hacer clic en el botón de Aprobar para ejecutar todas las tareas en cola. Después de que las tareas hayan sido aprobadas, se recomienda entrenar manualmente el agente.

2.4 Construcción del chatbot

La etapa tres de la metodología en cascada para el desarrollo de un chatbot es la construcción de este. Esta etapa implica la implementación de todos los componentes del chatbot y la integración de las herramientas y APIs necesarias para su funcionamiento.

En este trabajo de grado, se utilizaron las herramientas de desarrollo Node.js y Microsoft Azure para construir y alojar el chatbot. También se utilizó la API de WhatsApp Business y la API de Dialogflow para integrar el chatbot con estos sistemas externos y proporcionar servicios de chat y procesamiento de lenguaje natural (Pooja GC, 2022).

La estructura del código del chatbot se basó en una arquitectura de servidor-cliente, con un servidor Node.js encargado de recibir y procesar las peticiones de los clientes a través de webhooks. El código se dividió en diferentes módulos y carpetas para facilitar su mantenimiento y actualización.

2.4.1 Herramientas de desarrollo

Para la construcción del chatbot, se utilizaron diferentes herramientas de desarrollo, tales como Node.js y las librerías de express y axios. Se utilizó Microsoft Azure como plataforma en la nube para alojar el chatbot. Microsoft Azure ofrece una amplia gama de servicios en la nube, como bases de datos, almacenamiento y servidores virtuales, y es muy popular entre los desarrolladores debido a su facilidad de uso y a la gran cantidad de herramientas que ofrece (Rozga, 2018).

La herramienta de desarrollo Visual Studio Code. Node.js es un lenguaje de programación de alto rendimiento y es ideal para aplicaciones de red como chatbots, ya que permite la creación de servidores y la ejecución de tareas asíncronas de manera eficiente. Visual Studio Code es una herramienta de desarrollo de código

abierto y es muy popular entre los desarrolladores gracias a su facilidad de uso y su amplia gama de características.

Además, se utilizaron diferentes módulos de Node.js, como el módulo "request" para realizar peticiones HTTP y el módulo "dotenv" para cargar variables de entorno de manera segura. También se utilizó Git para el control de versiones y para facilitar el trabajo en equipo durante el desarrollo del chatbot (Khan & Das, 2018).

2.4.2 Estructura del código

La estructura del código del proyecto se ha organizado en dos archivos principales: ***server.js*** y ***munibot.js***, los cuales se encargan de diferentes tareas. El archivo ***server.js*** se encarga de iniciar el servidor y establecer la conexión con la API de WhatsApp Business, mientras que el archivo ***munibot.js*** maneja la lógica del chatbot, incluyendo la recepción de mensajes, la comunicación con la API de Dialogflow y la envía de respuestas a los usuarios. Además, se ha incluido un archivo adicional llamado ***dialogflow.js***, el cual maneja la comunicación con la API de Dialogflow y envía las consultas y respuestas correspondientes. Asimismo, se ha utilizado el archivo ***package.json*** para incluir información básica sobre el proyecto y la lista de dependencias necesarias para su ejecución. En la figura 16 se muestra la estructura del código en VisualCode, en el que se puede apreciar claramente cómo se relacionan los diferentes archivos y módulos. Para garantizar la claridad y mantenibilidad del código, se han incluido comentarios en los archivos para describir el propósito de cada una de las partes del código. Además, se ha utilizado un estilo de codificación consistente a lo largo del proyecto para facilitar su comprensión y mantenimiento en el futuro.

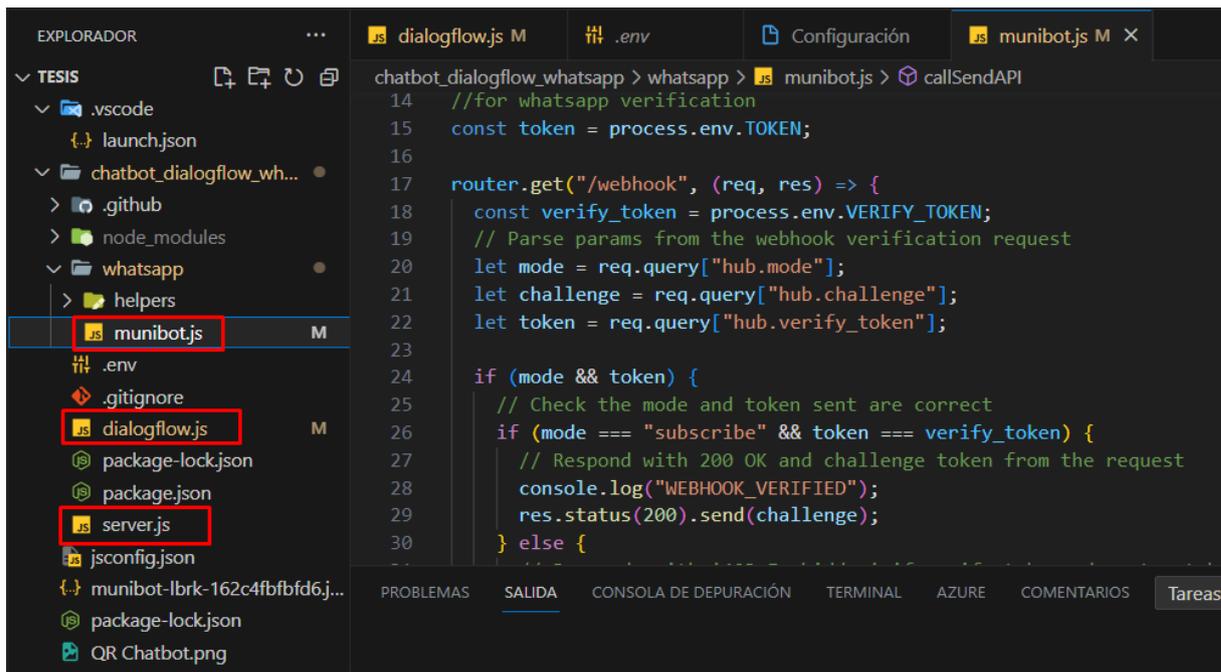


Figura 16: Organización de archivos en la estructura del proyecto del chatbot

2.4.3 Integración de la API de WhatsApp Business o Dialogflow

La integración de la API de WhatsApp Business o Dialogflow es esencial para que el chatbot pueda comunicarse con los usuarios y proporcionar respuestas precisas y rápidas. Para llevar a cabo esta integración, se utilizaron las herramientas de desarrollo proporcionadas por WhatsApp Business y el SDK de Dialogflow, que incluyen documentación y recursos para configurar las APIs en la aplicación.

Para recibir mensajes, se configuró un webhook en WhatsApp Business que envía una petición POST a la aplicación cada vez que se recibe un mensaje en el número de WhatsApp asociado al chatbot. Para enviar mensajes, se utilizó el método **sendMessage** de la API de WhatsApp Business, proporcionando el número de teléfono del destinatario y el mensaje deseado.

Dialogflow procesa la consulta del usuario y determina la intención detrás de la consulta, buscando una respuesta preentrenada que se ajuste a esa intención. Luego, Dialogflow envía la respuesta al webhook configurado, que a su vez envía la respuesta de vuelta al usuario a través de WhatsApp Business.

La integración entre las APIs de WhatsApp Business y Dialogflow se realiza mediante el uso de webhooks, que es una función que permite que la plataforma envíe información a una aplicación externa en tiempo real. En otras palabras, es una forma en que Dialogflow puede conectarse y comunicarse con un servidor externo o

una API para recibir o enviar información. La API de WhatsApp Business recibe las preguntas del usuario y las envía al chatbot, así como las respuestas del chatbot que se envían de vuelta al usuario. Por su parte, la API de Dialogflow actúa como un webhook que recibe las preguntas del usuario desde la API de WhatsApp Business, las analiza y determina su intención, y busca una respuesta preentrenada que se ajuste a esa intención.

Esta integración permite que el chatbot proporcione información sobre los requisitos para hacer trámites municipales de manera eficiente y precisa. La API de WhatsApp Business gestiona la conversación con el usuario, mientras que la API de Dialogflow se encarga de analizar las preguntas del usuario y encontrar las respuestas adecuadas. En conjunto, estas APIs permiten que el chatbot sea una herramienta útil y efectiva para los usuarios que buscan información sobre los trámites municipales.

2.4.4 Producto

La aplicación o prototipo de chatbot desarrollado se llama Munibot y está basado en inteligencia artificial para automatizar la gestión de requerimientos municipales de trámites ciudadanos del GAD San Miguel de Ibarra. El chatbot se diseñó con la finalidad de facilitar el proceso de atención y gestión de trámites y servicios municipales para los ciudadanos. Munibot fue construido utilizando tecnologías como WhatsApp Business API y Dialogflow SDK, lo que le permite integrarse de manera eficiente en plataformas de mensajería instantánea y brindar una interacción natural

con los usuarios. La figura 17 muestra le agente creado en la plataforma de Dialogflow Essentials.

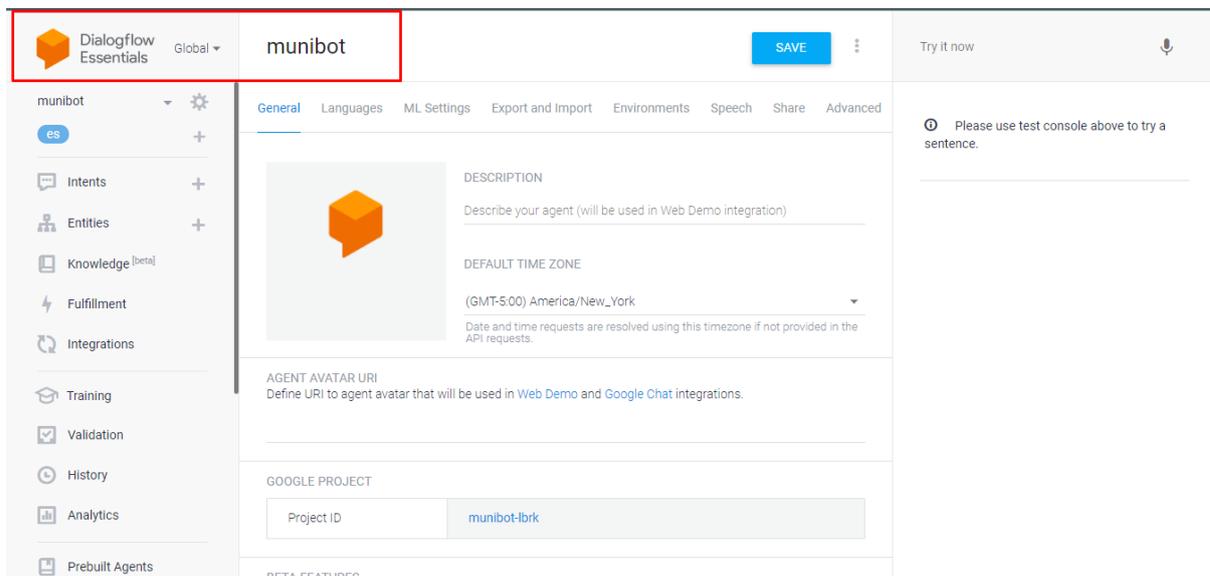


Figura 17: Plataforma de Dialogflow con el agente Munibot.

Por otro lado, los intents son una parte crucial de su funcionamiento, ya que permiten identificar las intenciones de los usuarios y guiar la conversación de manera efectiva.

En la figura 18, se puede ver algunos de los 143 intents que se han creado para el agente en Dialogflow. Cada intent representa una intención que el chatbot es capaz de reconocer y responder. Por ejemplo, el intent **req-dir-financiera-reclamos** indica que el usuario está solicitando como hacer un reclamo para la dirección financiera, y el chatbot debe responder con información sobre cómo realizar esa solicitud.

Para que el chatbot sea capaz de reconocer cada intent, se deben proporcionar **training phrases** o frases de entrenamiento que incluyan las palabras o frases clave que indican la intención como en la figura 19. Estas frases son esenciales para que el chatbot pueda entender la intención del usuario, incluso si la pregunta se formula de manera diferente. Por lo tanto, se debe prestar especial atención a la creación de intents y training phrases para asegurar un funcionamiento óptimo del chatbot.

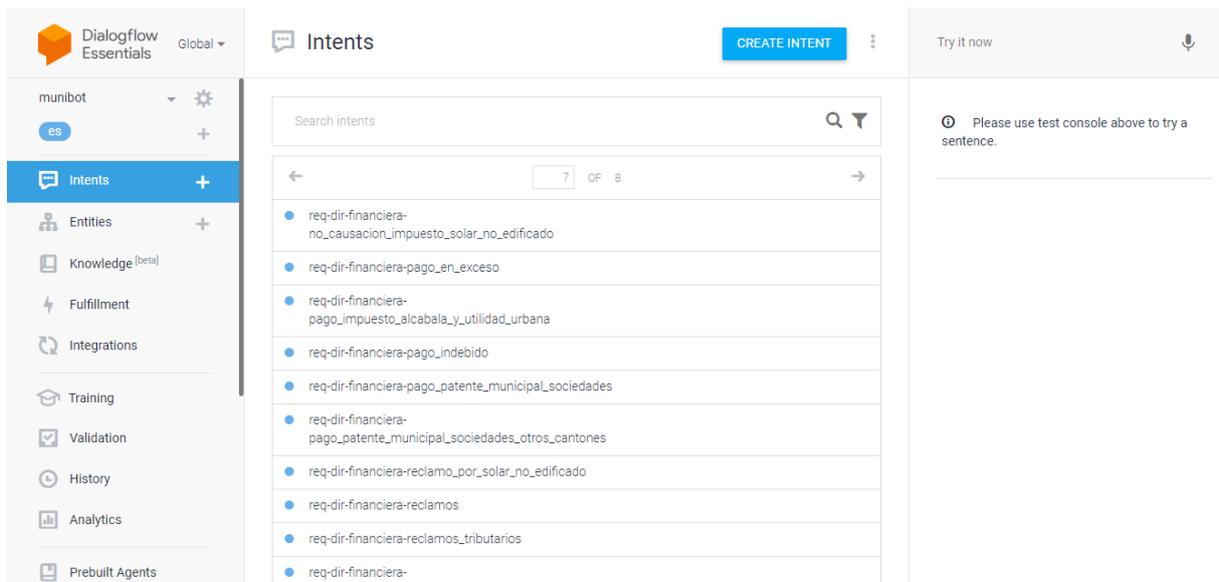


Figura 18: Lista de intents de Munibot.

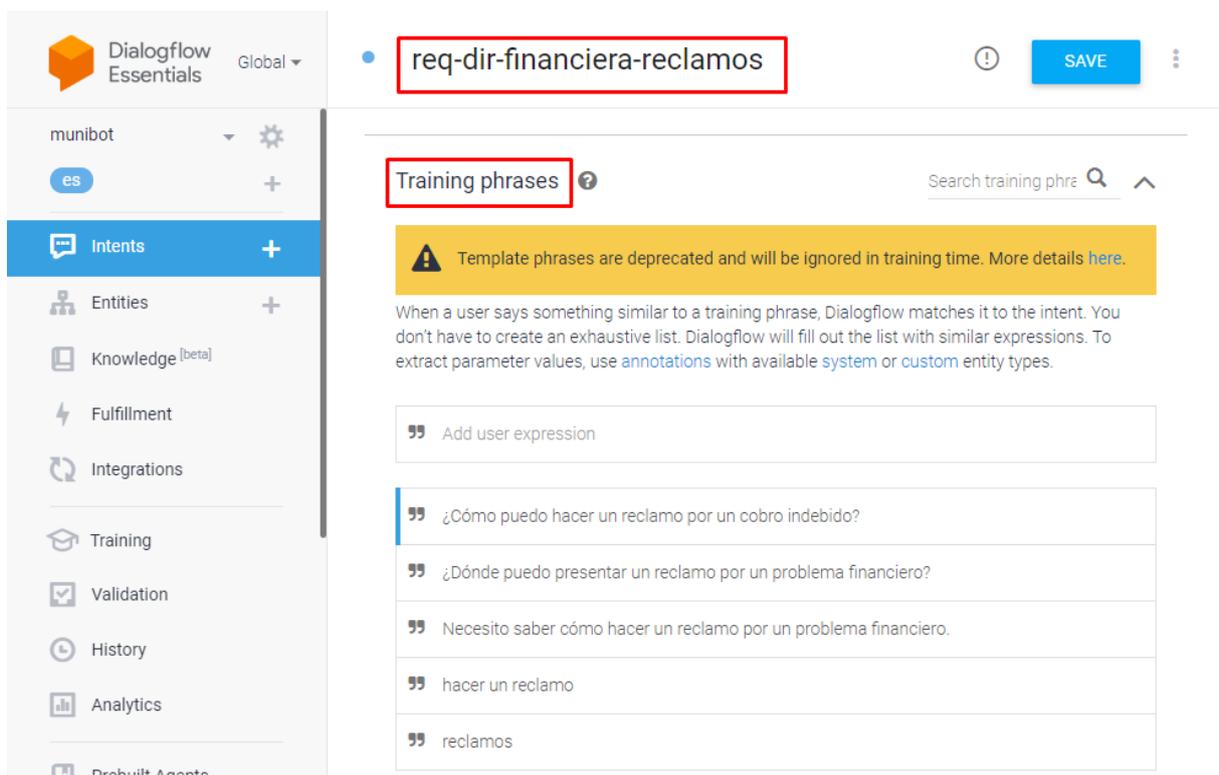


Figura 19: Frases de entrenamiento para intent req-dir-financiera-reclamos

Ahora para poder chatear con Munibot la figura 20 muestra un código QR que puede ser escaneado por los ciudadanos para acceder al chat de Munibot. Al escanear el código con un dispositivo móvil, se redirige al usuario directamente al chat de WhatsApp donde podrá comenzar a interactuar con Munibot. Este código QR es una

manera rápida y sencilla para que los ciudadanos accedan al chatbot de la municipalidad y puedan realizar consultas y trámites de manera ágil y eficiente.



Figura 20: Código QR para chatear con Munibot

Una vez que se ha escaneado el QR, se abre el chat con Munibot, que viene con una palabra predefinida, diciendo 'hola', como se ve en la figura 21, una vez realizada esa primera interacción, Munibot responderá el mensaje de bienvenida, ver figura 22.

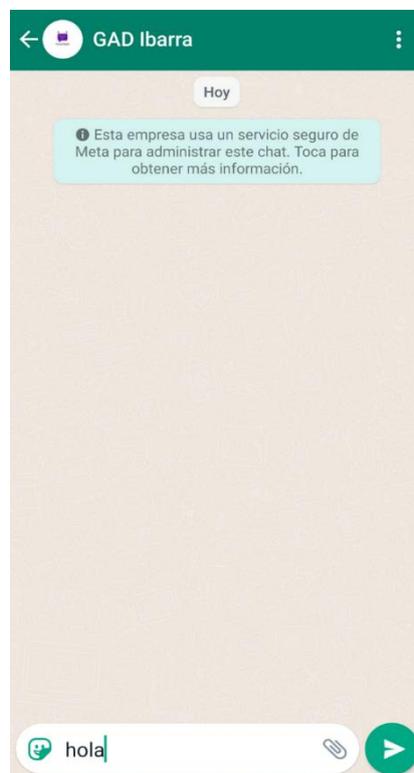


Figura 21: Interfaz después de escanear el código QR.

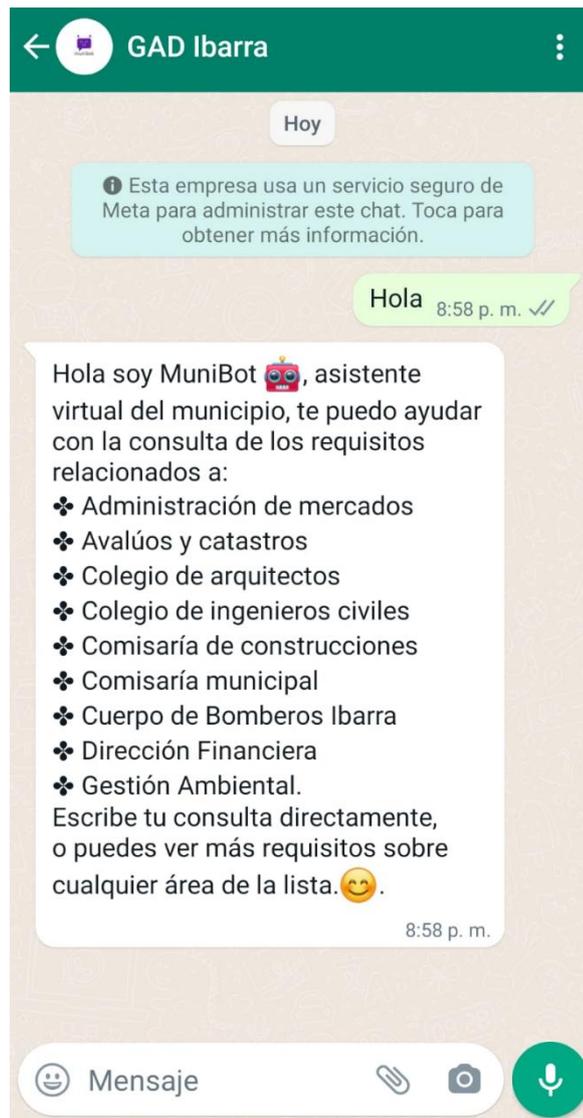


Figura 22: Mensaje de bienvenida de Munibot

A través de esta interfaz, los ciudadanos pueden comenzar a interactuar con Munibot, enviando preguntas y consultas sobre trámites municipales. Munibot responderá a estas consultas de manera automatizada, ofreciendo información relevante y actualizada sobre los requisitos y procedimientos necesarios para cada trámite. La interfaz también ofrece diferentes opciones y funcionalidades que los usuarios pueden seleccionar para realizar diferentes tipos de consultas y trámites, lo que hace que la experiencia de usuario sea intuitiva y fácil de usar, ver Figura 23.

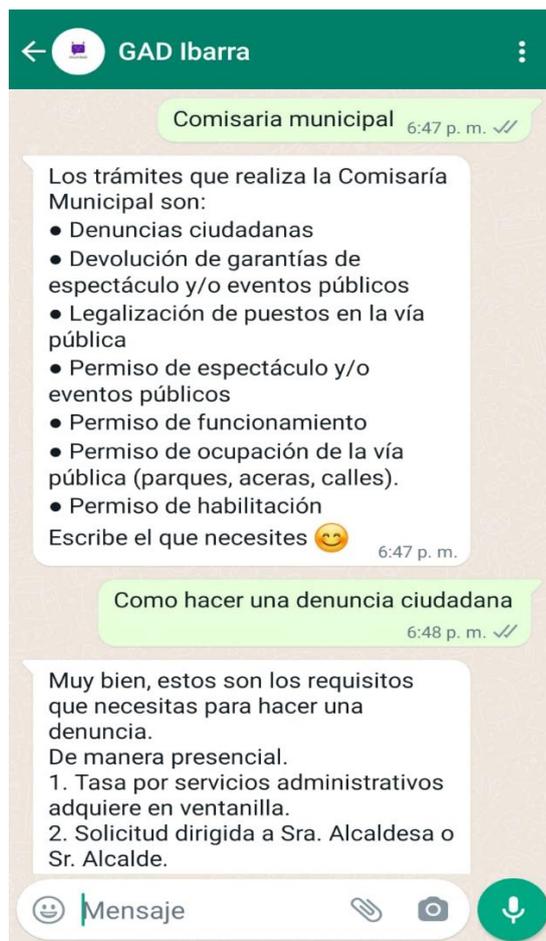


Figura 23: Ejemplo para hacer una denuncia municipal.

Se ha desarrollado una aplicación de chatbot llamada Munibot que utiliza la API de WhatsApp Business y la plataforma de inteligencia artificial Dialogflow para brindar un servicio de información sobre los requisitos para hacer trámites municipales de manera eficiente. La integración de estas herramientas se llevó a cabo a través de webhooks, permitiendo que el chatbot pueda interactuar con los usuarios enviando y recibiendo mensajes.

Además, se ha implementado un código QR que redirige a los ciudadanos al chat de Munibot en WhatsApp, facilitando su acceso al servicio de información. La bienvenida y el inicio de la conversación con el chatbot están diseñados para ser amigables y fáciles de usar para el usuario.

2.5 Pruebas y Validación

Para llevar a cabo estas pruebas, se utilizó un número de prueba proporcionado por Meta para asegurarse de que los mensajes se estuvieran enviando correctamente.

Posteriormente, se adquirió un chip de la operadora Tuenti a nombre del municipio y se asoció este número a la aplicación, dando como resultado un número propio para el chatbot: +593 96 406 0957. Con este número se realizaron pruebas adicionales y se confirmó el correcto funcionamiento del chatbot.

Se puede mencionar que se llevó a cabo una serie de pruebas unitarias y de integración para verificar el correcto funcionamiento del chatbot. Estas pruebas incluyeron la verificación de la conectividad con la API de WhatsApp Business o Dialogflow, la validación de la correcta respuesta del chatbot a diferentes entradas de usuario y la verificación de que se están utilizando adecuadamente las funcionalidades del chatbot, como el envío y recepción de mensajes.

En relación con la depuración, se hizo uso del terminal para verificar los posibles errores que pudieran presentarse en el código y así poder solucionarlos de manera efectiva. También se hizo uso de la herramienta Postman para realizar pruebas a nivel de API y asegurar que el chatbot pudiera comunicarse correctamente con las distintas plataformas utilizadas.

CAPÍTULO 3

Validación de resultados

3.1 Modelo de éxito de DeLone y McLean

Se utilizó el modelo de éxito de DeLone y McLean para evaluar el desempeño del chatbot en términos de calidad de información, calidad del sistema y calidad del servicio. Se realizó una encuesta a los usuarios del chatbot con el objetivo de medir su nivel de satisfacción y su intención de uso futuro. Con esta evaluación, se determinó si el chatbot había logrado los objetivos esperados en términos de automatización y mejora en la gestión de trámites ciudadanos municipales. El modelo de éxito de DeLone y McLean es un marco de referencia ampliamente utilizado en la investigación de sistemas de información para evaluar el éxito de un sistema en particular.

El modelo se basa en tres dimensiones: calidad de información, calidad del sistema y calidad del servicio. La calidad de la información se refiere a la confiabilidad, validez, precisión y actualidad de la información proporcionada por el sistema. La calidad del sistema se refiere a las características técnicas, como la facilidad de uso, la capacidad de procesamiento y la seguridad. La calidad del servicio se refiere a la disponibilidad, accesibilidad y profesionalidad de las personas que brindan apoyo al sistema. Según la Figura 24, estas tres dimensiones afectan directamente la intención de uso y la satisfacción del usuario.

Se ha actualizado el modelo de DeLone y McLean (D&M) varias veces desde su creación inicial, y se han propuesto diversas extensiones y variantes. Por ejemplo, algunas investigaciones han propuesto agregar una cuarta dimensión, la calidad del contexto, que se refiere a los aspectos ambientales y organizacionales que influyen

en el éxito del sistema. Sin embargo, las tres dimensiones básicas del modelo siguen siendo ampliamente utilizadas en investigaciones actuales.

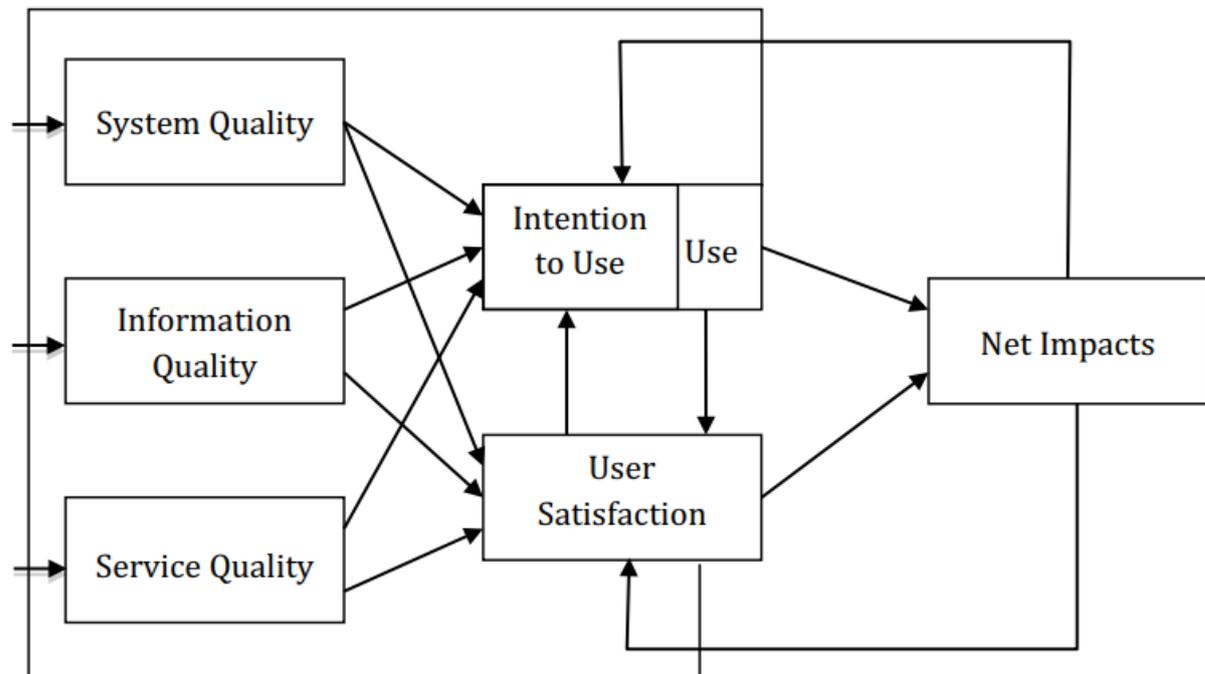


Figura 24: Modelo actualizado del éxito de los SI de D&M
Fuente: (DeLone & McLean, 2016)

En el modelo de éxito del IS de D&M, la "calidad del sistema" mide el éxito técnico, la "calidad de la información" mide el éxito semántico y "uso, satisfacción del usuario, impactos individuales" y "impactos organizacionales" miden el éxito de efectividad.

El uso y la satisfacción del usuario están estrechamente relacionados y conducen a beneficios netos para el propietario o patrocinador del sistema. El reto para el investigador es definir clara y cuidadosamente los intereses y el contexto en el que se deben medir estos beneficios netos. El modelo actualizado incluye flechas para mostrar las asociaciones propuestas entre las dimensiones de éxito en un sentido procesal, pero no indica si estas asociaciones son positivas o negativas en un sentido causal.

La **calidad del sistema** en el entorno del desarrollo del chatbot se refiere a las características deseadas del mismo. La usabilidad, disponibilidad, confiabilidad, adaptabilidad y tiempo de respuesta (por ejemplo, tiempo de descarga) son ejemplos de cualidades que son valoradas por los usuarios de un chatbot. Es importante asegurar que el chatbot tenga estas cualidades para garantizar una experiencia

satisfactoria para el usuario y aumentar la probabilidad de que regresen a utilizarlo en el futuro.

La **calidad de la información** es esencial en el desarrollo de un chatbot. El contenido del chatbot debe ser personalizado, completo, relevante, fácil de entender y seguro si esperamos que los usuarios interactúen con él de manera regular. Esto se reflejará en la satisfacción del usuario y en su intención de volver a utilizar el chatbot en el futuro.

La **calidad del servicio** se refiere a la atención que brinda el proveedor del servicio, independientemente de si es proporcionado por el departamento de TI, una unidad organizacional interna o un proveedor de servicios de Internet (ISP) externo. Su importancia es aún mayor en la actualidad, ya que los usuarios son considerados nuestros clientes y un servicio de atención al cliente deficiente puede resultar en la pérdida de clientes y ventas. Es esencial para el éxito de un sistema de inteligencia artificial como el chatbot, ya que es una de las tres dimensiones del modelo de éxito de DeLone y McLean, junto con la calidad del sistema y la calidad de la información, para medir la satisfacción del usuario y su intención de uso futuro.

La medida de "**uso**" abarca desde una visita a un sitio web hasta la navegación dentro del sitio, la recuperación de información y la ejecución de una transacción. En el contexto del desarrollo de chatbots, el uso se refiere a todas las acciones realizadas por el usuario en relación con el chatbot, desde el inicio de una sesión hasta la finalización de una tarea o transacción. Es importante medir el uso del chatbot para entender cómo los usuarios interactúan con el sistema y para identificar áreas de mejora en términos de facilidad de uso y eficacia en la realización de tareas.

La **satisfacción del usuario** es una dimensión para evaluar la opinión de los clientes sobre el sistema de chatbot que estamos desarrollando. La medición debe cubrir todo el ciclo de experiencia del usuario, desde la recuperación de información hasta la realización de trámites y servicios. Esto es especialmente importante en el desarrollo de un chatbot para automatizar la gestión de requerimientos municipales de trámites ciudadanos ya que una mala experiencia del usuario puede traducirse en una pérdida de interés en el chatbot.

Los **impactos netos** de los sistemas de información se refieren a la contribución (o no contribución) que los sistemas de información hacen en cuanto al éxito de

individuos, grupos, organizaciones, industrias y naciones. Por ejemplo, se pueden incluir mejoras en la toma de decisiones, aumento de la productividad, ventas más elevadas, reducciones de costos, mejoras en las ganancias, eficiencia en el mercado, bienestar del consumidor, creación de empleos y desarrollo económico.

Se abordará con mayor profundidad la elaboración de la encuesta, específicamente, cómo utilizar el modelo de DeLone y McLean para diseñar preguntas específicas que permitan medir con precisión la calidad del sistema, la calidad de la información y la calidad del servicio del chatbot. Este modelo es una herramienta valiosa para evaluar la eficacia y eficiencia del chatbot en la satisfacción de las necesidades de los usuarios. Por lo tanto, se va a aplicar este modelo para identificar y evaluar los factores clave que influyen en la calidad del chatbot y cómo formular preguntas relevantes para medir estos factores.

3.2 Encuesta

3.2.1 Identificación del Contexto

Se describen las actividades realizadas para identificar el contexto del chatbot a evaluar. La identificación de las características básicas del chatbot y de los usuarios que responderán la encuesta son parte de estas actividades.

Para establecer un contexto claro, se identificaron las características básicas del chatbot, tales como su nombre, su objetivo en el GAD Municipal de Ibarra, el tiempo que lleva funcionando y si es un uso voluntario o mandatorio. Para facilitar la identificación de estas características, la guía incluye preguntas sugeridas.

Además, se identificó el público objetivo que responderá la encuesta. La definición de este público permitió orientar las preguntas hacia aspectos relevantes para ellos, y garantizar que cuenten con la capacidad de responderlas de acuerdo con su nivel de conocimiento y experiencia con el chatbot. En caso de que los tipos de usuarios sean muy distintos, se sugiere generar formatos de evaluación diferentes y luego realizar un análisis independiente para cada uno (Vega-Zepeda et al., 2018).

La Tabla 3 muestra las preguntas que apoyan la realización de la actividad “Identificación del Software”.

Tabla 3: Identificación del Software

Preguntas	Respuestas
¿Cuál es el nombre del software?	Munibot
¿Cuál es el objetivo que cumple el software dentro de la empresa o institución?	Mejorar el servicio a la ciudadanía y optimizar el proceso de gestión de trámites ciudadanos.
¿Cuánto tiempo lleva funcionando el software?	Prototipo funcional.
¿El uso del software es mandatorio o voluntario para sus usuarios?	Voluntario.

La Tabla 4 muestra las preguntas que se realizaron para la identificación de usuarios.

Tabla 4: Identificación de los usuarios

Preguntas	Respuestas
¿Quiénes responderán la encuesta?	Cualquier ciudadano de la ciudad de Ibarra.
¿A qué módulos y funcionalidades tienen acceso estas personas?	Pueden acceder al chatbot, en cualquier momento, con acceso a los requisitos que se especifican en la figura 2.

3.2.2 Diseño del instrumento de evaluación

Se presenta el diseño del instrumento de evaluación del chatbot, el cual se utiliza para medir el éxito de la implementación del prototipo de chatbot para automatizar la gestión de requerimientos municipales en trámites ciudadanos en el GAD Municipal de Ibarra.

El instrumento de evaluación consiste en una encuesta basada en la escala Likert, que incluye preguntas sobre los siguientes aspectos:

1. Datos demográficos de los encuestados, nombre (anónimo), edad, género.
2. La percepción de los usuarios sobre el chatbot en términos de su usabilidad, satisfacción e intención de uso.

La escala Likert se utiliza para medir la aceptación o el rechazo de las afirmaciones formuladas en la encuesta. Estas afirmaciones se agrupan por dimensión y están

relacionadas con las medidas válidas identificadas en la etapa anterior. Es posible que se formulen varias afirmaciones para evaluar una misma medida, y posteriormente se realizará una tabulación de las preguntas en el análisis correspondiente. Las sentencias deben reflejar características positivas del chatbot, y deben ser redactadas de tal manera que permitan medir la percepción de los usuarios sobre su favorabilidad o desfavorabilidad. Por ejemplo, en lugar de incluir una sentencia como “El chatbot es difícil de usar”, se sugiere incluir “El chatbot es fácil de usar”. (Vega-Zepeda et al., 2018).

El artículo “Validation of the DeLone and McLean Information Systems Success Model” (Ojo, 2017) ha sido utilizado como referencia en la elaboración del instrumento de evaluación los ítems corresponden a una determinada variable como se ve en la tabla 5.

A continuación, se presenta la matriz usada para definir las preguntas a usar en el cuestionario:

Tabla 5: Definición de las preguntas del cuestionario por dimensión

Dimensiones	Variables	Ítems
Calidad del sistema	Facilidad de uso	1. ¿Es fácil de utilizar el chatbot?
	Interactividad	2. ¿Encuentro la interfaz muy amigable e intuitiva?
	Flexibilidad	3. ¿Es fácil de acceder?
	Funcionalidad	4. ¿El chatbot incluye características y funciones necesarias?
Calidad de la información	Confiabilidad	5. ¿Confía en la información generada por el chatbot?
	Relevancia	6. ¿La información generada por el chatbot es útil para su propósito?
	Entendimiento	7. ¿Considera usted que la información generada por el chatbot es clara y fácil de entender?

	Oportunidad	8. ¿El chatbot genera información de manera oportuna?
Calidad del servicio	Capacidad de Respuesta	9. ¿Consideras que la capacidad del chatbot de responder a tus requerimientos es adecuada?
	Fiabilidad	10. ¿Puedes confiar en que el chatbot proporcione información cuando sea necesario?
Intensión de uso	Extensión de uso	11. ¿Usar el chatbot me permite identificar requisitos para trámites municipales más rápidamente?
	Motivación de uso	12. ¿Usar el chatbot me permite identificar requisitos para trámites municipales desde cualquier lugar?
	Naturaleza de uso	13. ¿Usar el chatbot me permite observar los resultados de manera rápida y precisa?
	Propósito de uso	14. ¿En general, yo encuentro útil usar el chatbot para buscar requisitos de trámites municipales?
Satisfacción del usuario	Satisfacción del usuario	15. ¿Recomendaría usted el chatbot a otros usuarios?
	Satisfacción total	16. ¿El chatbot cumple con sus expectativas?
	Comodidad	17. ¿Se siente cómodo usando el chatbot?
	Satisfacción con el sistema	18. ¿Estoy satisfecho con la interacción con el chatbot?
Impactos netos	Productividad	19. ¿El chatbot me ahorra tiempo, en lugar de ir al municipio?
	Accesibilidad de resultados	20. ¿El chatbot proporciona fácil acceso a la información de los resultados?
	Eficiencia	21. ¿El chatbot me facilita buscar los requisitos de manera rápida y fácil?

3.2.3 Recolección de datos

Para llevar a cabo la recolección de datos, en primer lugar, me dirigí al municipio, específicamente al módulo de información, donde ofrecí a los ciudadanos una manera más eficiente de buscar y gestionar sus requisitos a través del chatbot implementado en la gestión de requerimientos ciudadanos en el GAD Municipal de Ibarra.

Algunas personas mostraron interés y accedieron a la encuesta, mientras que otras no estaban interesadas o no tenían tiempo en ese momento debido a su prisa. Además, algunas personas no contaban con acceso a internet, por lo que se requirió la creación de un acceso a la red para garantizar la calidad de la conexión a internet.

Por otra parte, también hubo personas que no tenían smartphones y, por lo tanto, no pudieron acceder al chatbot.

Una vez superadas estas dificultades, se procedió a realizar la encuesta utilizando Microsoft Forms. El tiempo promedio para completar la encuesta fue de 5 minutos y 26 segundos. Y el número de personas encuestadas fueron 113.

Para validar los resultados, se consideró el uso de la técnica de análisis factorial (exploratorio y/o confirmatorio), ya que es adecuada para muestras de tamaño mayor a 50. Cabe destacar que se utilizó una escala de Likert, que permitió valorar las respuestas de los encuestados de manera precisa y objetiva, con una valoración de 1 a 5, que va desde totalmente en desacuerdo (1) hasta totalmente de acuerdo (5).

3.3 Análisis de datos

El análisis de los datos obtenidos a través de la encuesta se realizó mediante una técnica estadística denominada análisis inferencial, de nivel ordinal, en escala de Likert. La finalidad de este análisis fue evaluar la consistencia interna de las dimensiones incluidas en la encuesta y para ello se utilizó el alfa de Cronbach.

El alfa de Cronbach (Cronbach, 1951) es un indicador estadístico que se utiliza para medir la consistencia interna de un cuestionario o escala. Este índice se refiere a la correlación media entre los ítems de una misma escala o dimensión. Cuanto mayor sea el alfa de Cronbach, mayor será la consistencia interna del cuestionario o escala. En otras palabras, un alfa de Cronbach alto indica que los ítems incluidos en una misma dimensión están altamente correlacionados entre sí.

En el caso de esta investigación, se utilizó el software SPSS 26 para calcular el alfa de Cronbach de cada dimensión incluida en la encuesta. Los resultados obtenidos permitieron evaluar la consistencia interna de las dimensiones y determinar si cada una de ellas estaba formada por ítems coherentes y relacionados entre sí.

Según (Ruben Geert, 2022) en la página oficial de SPSS las reglas generales más comunes para ello son que:

- Alfa de Cronbach $\geq 0,80$ es bueno y
- El alfa de Cronbach $\approx 0,70$ puede o no ser aceptable.

En anexos se muestra la tabulación de resultados por cada ítem realizado a los ciudadanos que utilizaron el chatbot.

En base a los resultados obtenidos del cuestionario se pudo determinar el coeficiente de Cronbach con ayuda del software IBM SPSS statistics 26. En la tabla 6 se puede apreciar de forma general los resultados de todas las dimensiones, además, en la tabla 7, se presenta el coeficiente total de fiabilidad, considerando las 21 preguntas del cuestionario realizado y el valor del coeficiente por cada medida.

Tabla 6: Coeficiente total de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N° de Elementos
,960	21

Tabla 7: Resultados del Alfa de Cronbach

Variable	Ítems	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido	Alfa de Cronbach
Calidad del sistema	Ítem 1	,863	,889
	Ítem 2	,850	

	Ítem 3	,857	
	Ítem 4	,860	
Calidad de la información	Ítem 5	,856	,894
	Ítem 6	,854	
	Ítem 7	,879	
	Ítem 8	,865	
Calidad de servicio	Ítem 9	.	,769
	Ítem 10	.	
Intención de uso	Ítem 11	,840	,896
	Ítem 12	,839	
	Ítem 13	,887	
	Ítem 14	,890	
Satisfacción de usuario	Ítem 15	,666	,764
	Ítem 16	,720	
	Ítem 17	,810	
	Ítem 18	,628	
Impactos netos	Ítem 19	,851	,911
	Ítem 20	,887	
	Ítem 21	,878	

3.4 Interpretación de resultados

En esta sección, se presentan y analizan los resultados obtenidos de la encuesta realizada para validar el prototipo de chatbot basado en inteligencia artificial, diseñado para automatizar la gestión de requerimientos municipales de trámites ciudadanos del GAD Municipal de Ibarra. A través del análisis de los datos obtenidos, se busca demostrar la eficacia del chatbot en la automatización del intercambio de información, en las consultas de requisitos de trámites ciudadanos, así como su capacidad para mejorar la experiencia del usuario en el proceso de gestión de requerimientos municipales. Para lograr este objetivo, se utilizará el modelo de evaluación de éxito de sistemas de información de DeLone y McLean, aplicando a través de una encuesta en escala de Likert. A continuación, se presentan los principales resultados obtenidos y su correspondiente análisis.

3.4.1 Análisis del perfil de los encuestados

Este análisis permitirá determinar si los resultados obtenidos son representativos de la población objetivo de la investigación y facilitará la interpretación de los datos presentados en la sección siguiente. A continuación, se presentan los resultados del análisis del perfil de los encuestados.

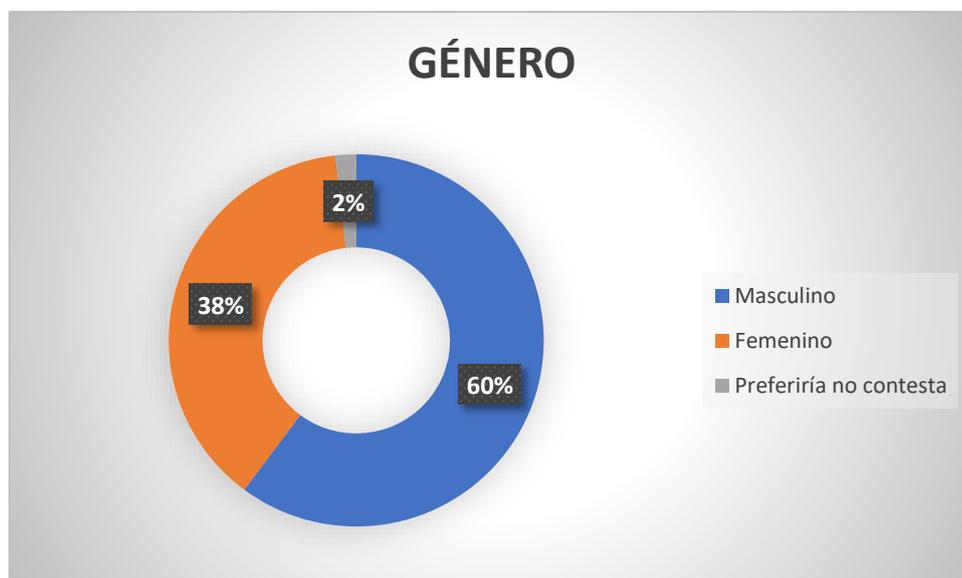


Figura 25: Distribución de género de los encuestados

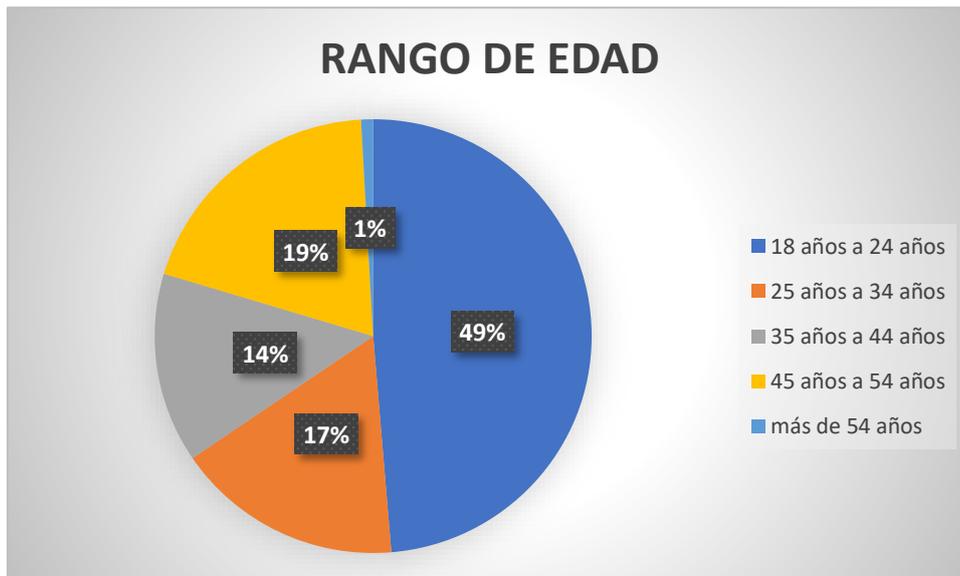


Figura 26: Análisis demográfico de la muestra por rango de edad

Al analizar el perfil de los encuestados, se observó que la mayoría de los participantes fueron hombres (68%) en comparación con mujeres (43%). Además, la mayoría de los encuestados se encontraron en el rango de edad de 18 a 24 años (55%), seguido por el rango de edad de 45 a 54 años (22%), tal como se muestra en la Figura 25 y Figura 26.

3.4.2 Variables del modelo de DeLone y McLean

Se presentan los resultados obtenidos en cada una de las seis dimensiones del modelo de éxito de DeLone y McLean, el cual se utilizó para evaluar la calidad del sistema de información. Cada dimensión representa una categoría específica que influye en la percepción general de los usuarios sobre el éxito del chatbot. Se discutió los hallazgos en términos de la satisfacción de los usuarios y la intención de uso, con el fin de proporcionar una visión completa de la calidad del chatbot implementado en el GAD municipal de Ibarra.

3.4.2.1 Calidad del sistema

En cuanto a la dimensión de calidad del sistema, se midieron cuatro aspectos clave: facilidad de uso, interactividad, flexibilidad y funcionalidad.

A continuación, en la figura 27 se presentan los resultados obtenidos y se realiza una interpretación de estos.

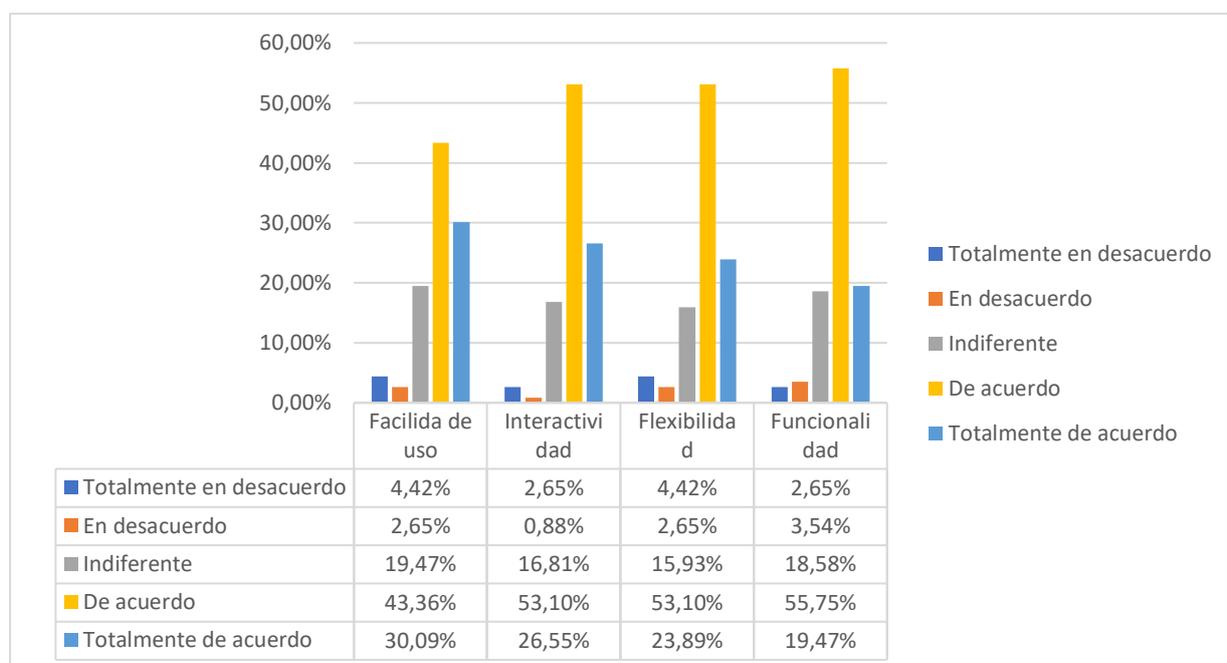


Figura 27: Estadísticas de la calidad del sistema

Según los resultados obtenidos en las encuestas, se puede observar que la mayoría de los usuarios están de acuerdo con la facilidad de uso (43%) y la interactividad (53%) con el chatbot, mientras que la flexibilidad (53%) y la funcionalidad (56%) también tienen un alto porcentaje de acuerdo por parte de los ciudadanos. Sin embargo, hay una pequeña proporción de usuarios que están en desacuerdo o totalmente en desacuerdo con estas medidas, siendo la facilidad de uso y la interactividad las que presentan un menor porcentaje de desacuerdo (3% y 1% respectivamente). En cuanto a la flexibilidad y funcionalidad, presentan un porcentaje un poco más alto de usuarios en desacuerdo (3% y 4% respectivamente). Los resultados indican que el sistema es fácil de usar e interactuar con él, así como también es flexible y funcional.

3.4.2.2 Calidad de la información

Con base en los resultados de la encuesta, la dimensión de calidad de la información fue evaluada en cuatro medidas: confiabilidad, relevancia, entendimiento y oportunidad. La mayoría de los encuestados estuvo de acuerdo o totalmente de acuerdo con estas medidas, lo que sugiere que la calidad de la información que proporciona el chatbot es percibida como positiva por los ciudadanos.

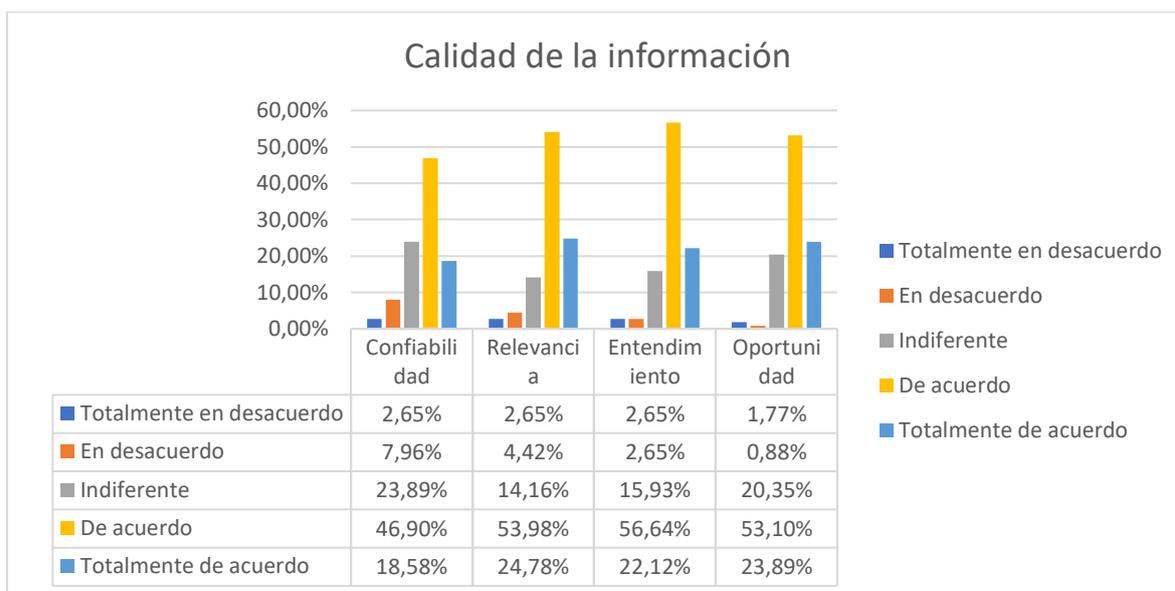


Figura 28: Estadísticas de la calidad de la información

La medida de confiabilidad obtuvo el mayor porcentaje de acuerdo (66%), lo que indica que los usuarios confían en la veracidad de la información proporcionada por el sistema. En cuanto a la relevancia, más de tres cuartos de los encuestados estuvieron de acuerdo o totalmente de acuerdo con esta medida (79%), lo que sugiere que la información proporcionada es relevante para sus necesidades.

En la medida de entendimiento, más de tres cuartos de los encuestados estuvieron de acuerdo o totalmente de acuerdo (79%), lo que indica que la información es clara y fácil de entender. La medida de oportunidad obtuvo un porcentaje menor de acuerdo (77%), pero aun así la mayoría de los encuestados percibe que la información se proporciona de manera oportuna.

En general, la calidad de la información es percibida positivamente por los usuarios del chatbot, lo que sugiere que se están cumpliendo con los objetivos en esta dimensión. En la figura 28 se pueden observar los resultados de cada medida de esta dimensión.

3.4.2.3 Calidad de servicio

La dimensión de calidad de servicio se evaluó mediante las medidas de capacidad de respuesta y fiabilidad. Los resultados obtenidos en la encuesta muestran que la mayoría de los encuestados estuvieron de acuerdo en que el servicio ofrecido por el chatbot es confiable y tiene buena capacidad de respuesta. Específicamente, como se observa en la Figura 29, el 78% de los encuestados estuvieron de acuerdo o totalmente de acuerdo con la capacidad de respuesta, y el 77% estuvieron de acuerdo o totalmente de acuerdo con la Fiabilidad.

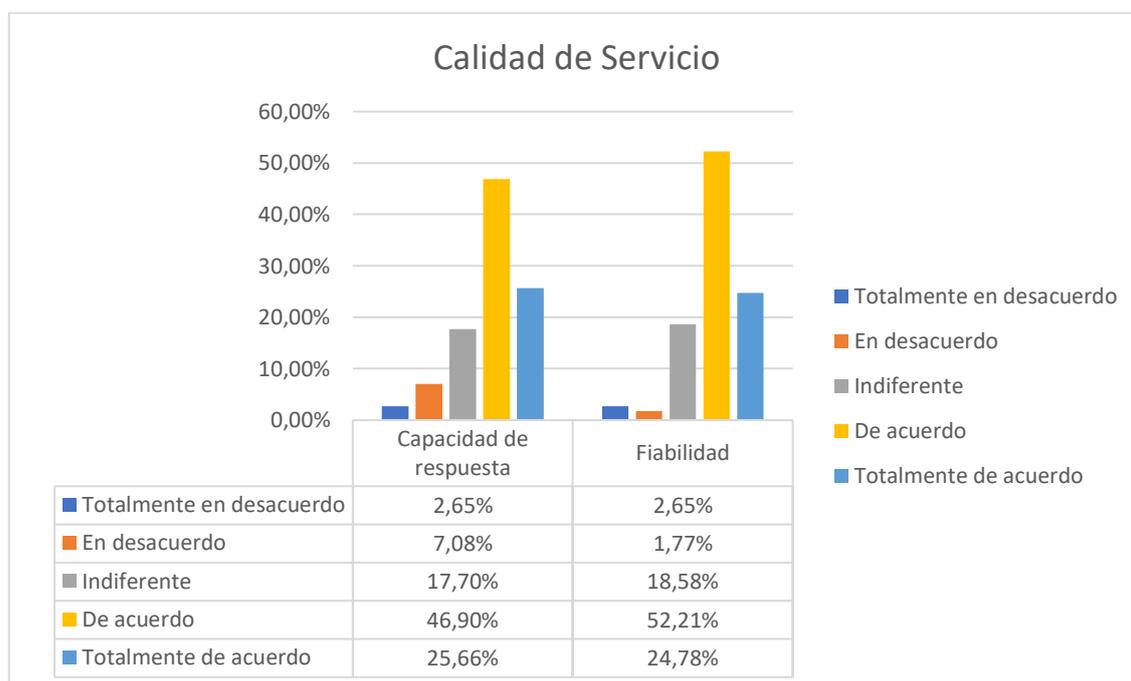


Figura 29: Estadísticas de la calidad de Servicio

Esto indica que el chatbot ha logrado cumplir con las expectativas de los clientes en cuanto a la calidad de servicio, lo que puede ser un factor clave para mantener a los ciudadanos usando el chatbot y atraer nuevos usuarios. Sin embargo, siempre se puede buscar mejorar la calidad de servicio mediante la identificación de áreas de mejora y la implementación de estrategias para satisfacer mejor las necesidades de los ciudadanos en su interacción con los chatbots.

3.4.2.4 Intención de uso

La dimensión de intención de uso fue evaluada a través de cuatro medidas: extensión de uso, motivación de uso, naturaleza de uso y propósito de uso.

Los resultados indican que la mayoría de los participantes están de acuerdo o totalmente de acuerdo en cuanto a la extensión de la intención de uso (78%) y la motivación de uso (80%). Además, se aprecia en la figura 30 que, la mayoría de los participantes indican que la naturaleza de uso es adecuada (78%) y que el propósito de uso es importante (77%). Estos hallazgos sugieren que los ciudadanos tienen una alta intención de utilizar el chatbot como herramienta para buscar los requisitos del trámite y están motivados para hacerlo.

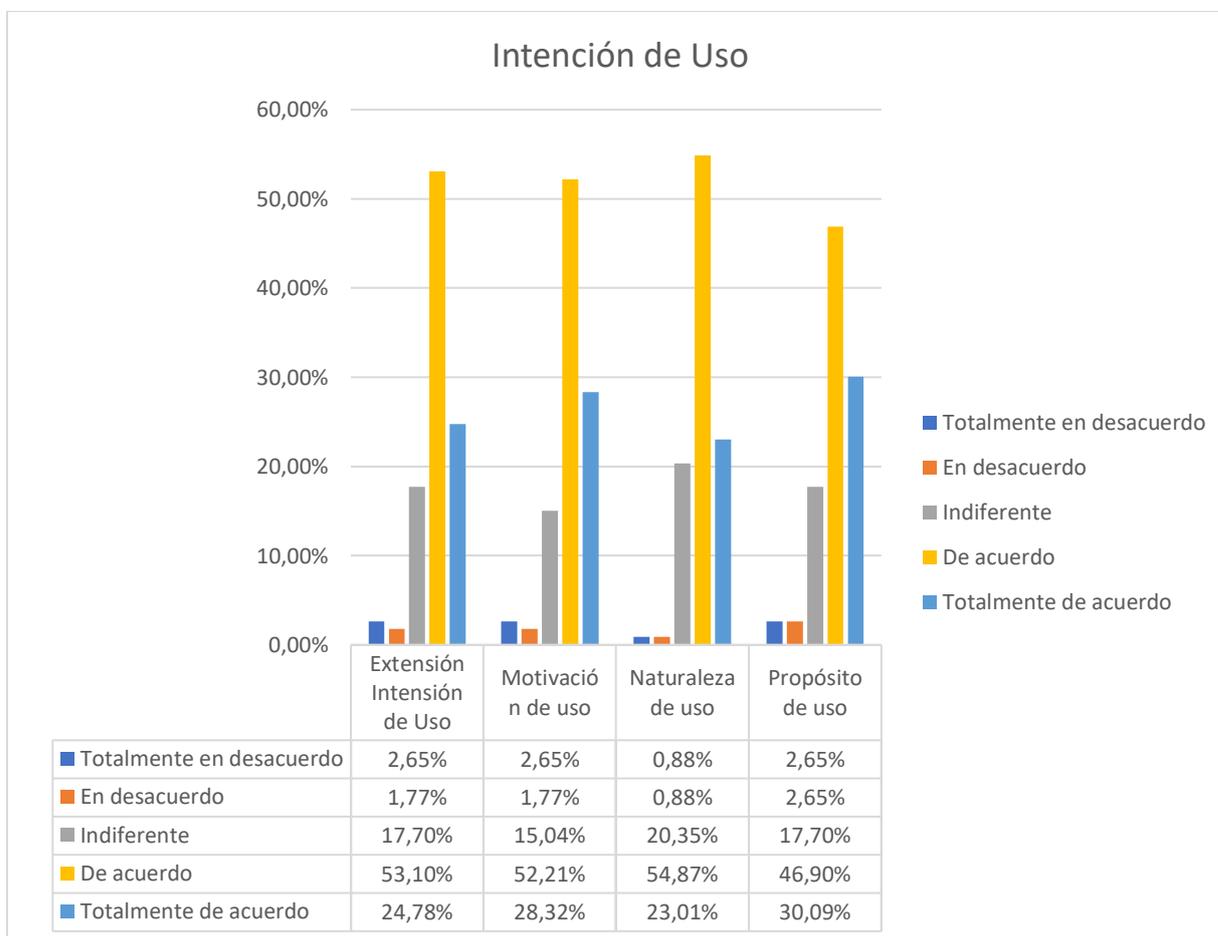


Figura 30: Estadísticas de la intención de uso

3.4.2.5 Satisfacción de usuario

La satisfacción de los usuarios es un aspecto clave para el éxito de cualquier sistema. Se evaluó la dimensión mediante cuatro medidas: comodidad, satisfacción del sistema, satisfacción de usuario, satisfacción total.

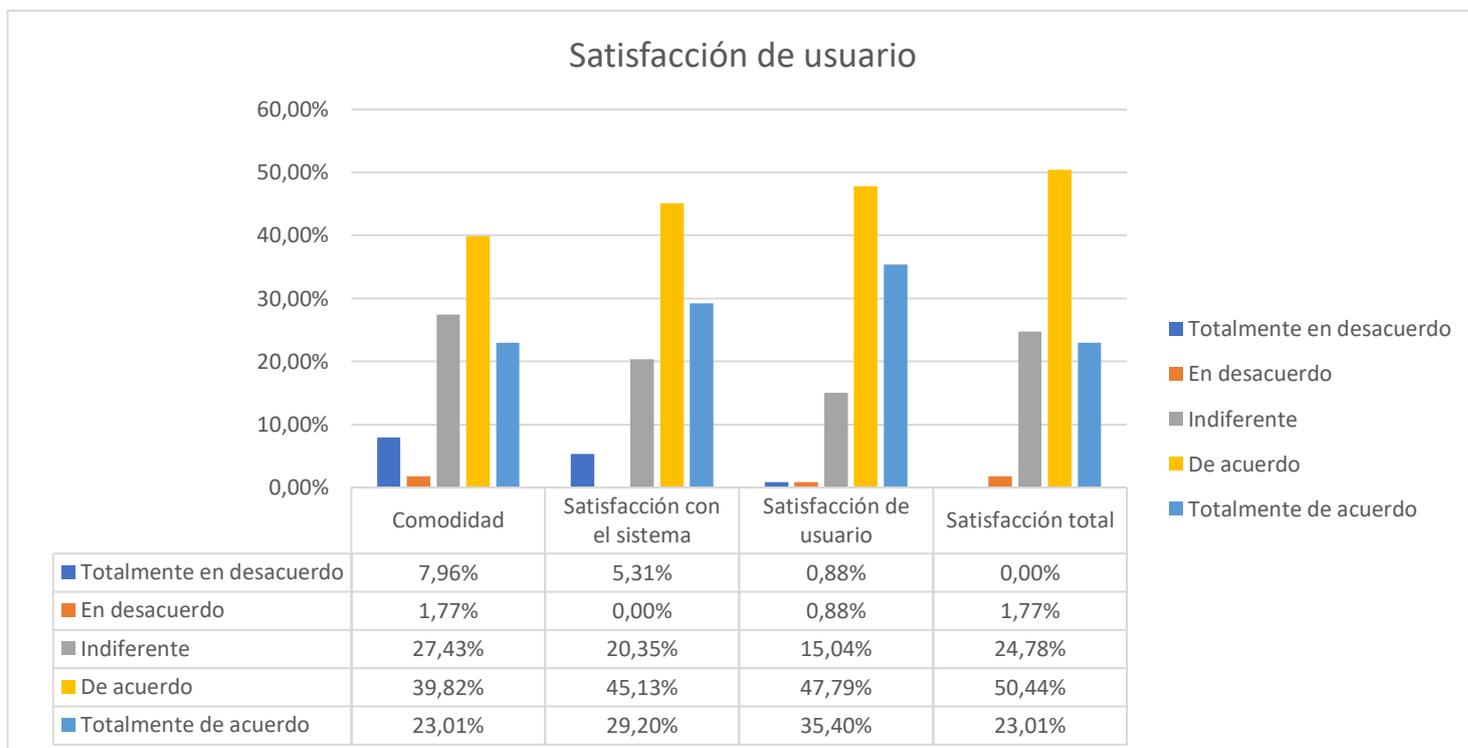


Figura 31: Estadísticas de la satisfacción de usuario

Como se ve en la figura 31, en cuanto a la comodidad, el 68% de los encuestados estuvieron de acuerdo o totalmente de acuerdo con el nivel de comodidad experimentando durante el uso del chatbot. Por otro lado, la medida de satisfacción con el sistema, el 74% de los encuestados estuvieron de acuerdo o totalmente de acuerdo con el nivel de satisfacción alcanzado con el sistema.

En relación con la satisfacción de usuario, el 49% de los encuestados estuvieron de acuerdo o totalmente de acuerdo con el nivel de satisfacción alcanzado con el chatbot. Por último, para la satisfacción total, el 52% de los encuestados estuvieron de acuerdo o totalmente de acuerdo con el nivel de satisfacción general alcanzado.

Estos resultados indican que el prototipo de chatbot implementado logró alcanzar un nivel satisfactorio. Esto demuestra la capacidad del chatbot para brindar una

experiencia satisfactoria a los ciudadanos en la gestión de requerimientos municipales de tramites ciudadanos, del GAD Municipal de Ibarra.

3.4.2.6 Impactos netos

Los resultados de la evaluación del prototipo de chatbot para la gestión de requerimientos ciudadanos en el GAD Municipal de Ibarra indican que la mayoría de los encuestados mostró una actitud favorable hacia su productividad, accesibilidad y eficiencia. El 83% de los encuestados estuvo de acuerdo en que el chatbot mejoró la productividad, mientras que el 81% dijo que mejoró la accesibilidad y el 78% indicó que mejoró la eficiencia. En general, los resultados sugieren que el chatbot basado en inteligencia artificial fue bien recibido por los usuarios y mejoró la percepción de los servicios municipales en términos de productividad, accesibilidad y eficiencia, ver Figura 32.

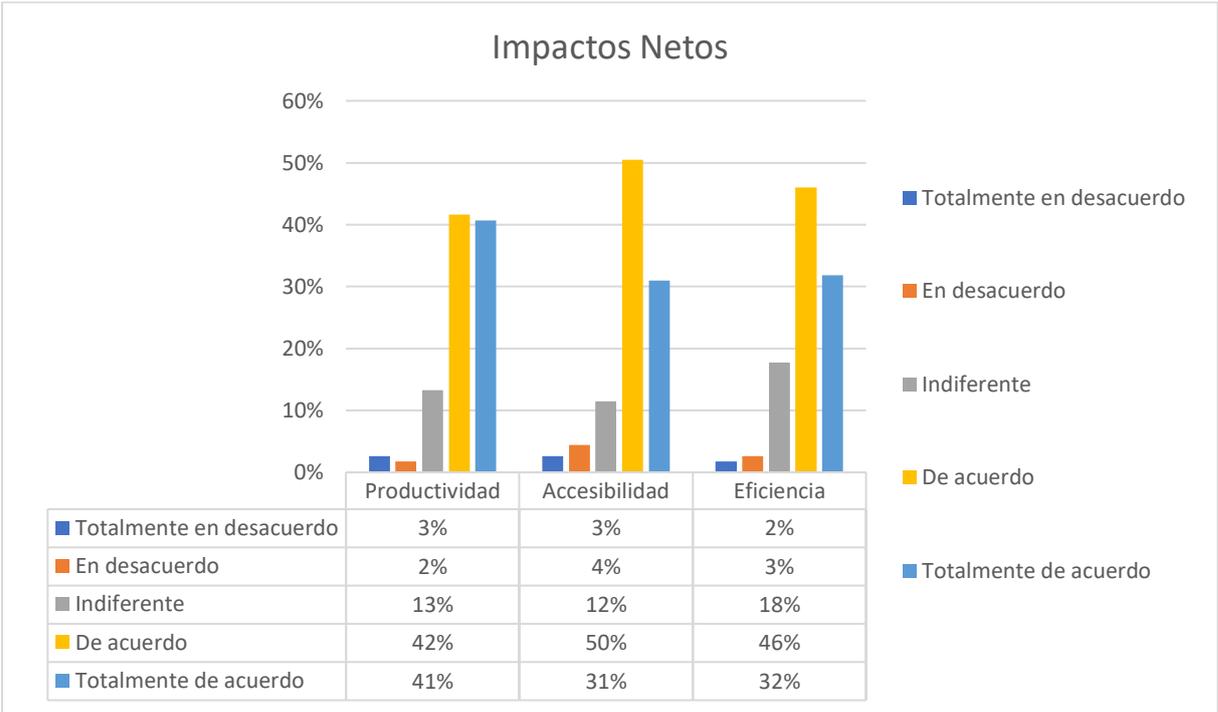


Figura 32: Estadísticas de impactos Netos

3.5 Análisis de favorabilidad y desfavorabilidad

Se realizó un análisis por dimensión con el fin de obtener una apreciación de la percepción de los ciudadanos en relación con cada aspecto evaluado, en la tabla 9 se aprecia el porcentaje de acuerdo con cada medida. Para determinar si los

encuestados mostraron una actitud favorable o desfavorable hacia cada medida, se consideró la opción de respuesta que seleccionaron. De esta manera, se interpretó que una respuesta de “Totalmente en desacuerdo” o “En desacuerdo” indicaba una actitud desfavorable, mientras que una respuesta de “Totalmente de acuerdo” o “De acuerdo” indicaba una actitud favorable. Si los encuestados no indicaron ninguna de estas opciones, se consideró que mostraron una actitud de indecisión. Con este análisis se obtuvo una perspectiva más precisa sobre la apreciación de los encuestados en relación con cada dimensión, lo que permitió identificar las fortalezas y debilidades de cada aspecto evaluado.

Tabla 8: Análisis de favorabilidad y desfavorabilidad

Dimensión	Desfavorabilidad	Indecisión	Favorabilidad
Calidad del sistema	5,97%	17,70%	76,33%
Calidad de la información	6,42%	18,58%	75,00%
Calidad de servicio	7,08%	18,14%	74,78%
Intención de uso	3,98%	17,70%	78,32%
Satisfacción de usuario	4,65%	21,90%	73,45%
Impactos Netos	5,31%	14,16%	80,53%

El análisis por dimensión permitió promediar los porcentajes de las medidas correspondientes a cada dimensión y determinar el porcentaje de favorabilidad, desfavorabilidad e indecisión de cada dimensión en relación con el prototipo de chatbot como se ve en la tabla 8. La dimensión con mayor porcentaje de favorabilidad fue la de Calidad del Servicio (74,78%), mientras que la dimensión con mayor porcentaje de desfavorabilidad fue la de Satisfacción del Usuario (21,90%).

Después se elaboró un diagrama de percepción por dimensión que se muestra en la Figura 33.

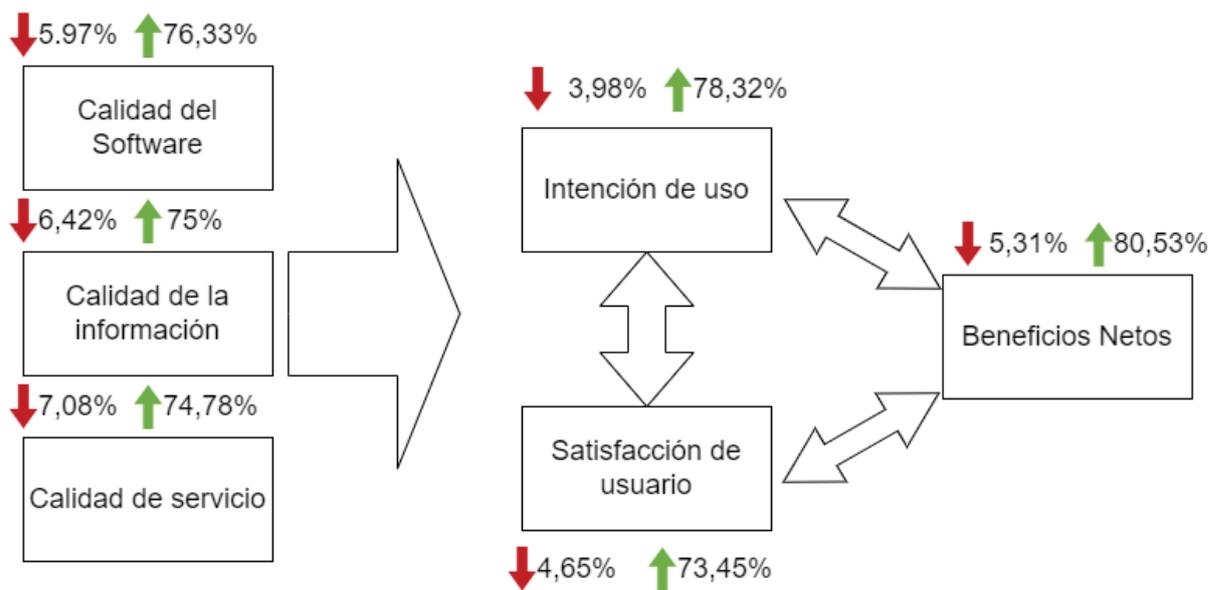


Figura 33: Diagrama de favorabilidad y desfavorabilidad

En cuanto a la discusión, un problema común en las instituciones gubernamentales es la falta de eficiencia en la atención al ciudadano y la necesidad de información sobre los trámites municipales. En este sentido, el objetivo del trabajo es implementar un chatbot de WhatsApp para automatizar la atención al ciudadano en la obtención de información sobre trámites ciudadanos en el GAD municipal de Ibarra, aplicando una herramienta de inteligencia artificial.

La sección más importante del artículo es la que presenta los resultados obtenidos en la evaluación del chatbot desarrollado. Los resultados muestran que los usuarios están satisfechos con la calidad del sistema, la calidad de la información y la calidad del servicio proporcionado por el chatbot. Los usuarios encuentran fácil de usar e interactivo el chatbot, y están de acuerdo en que la información proporcionada es relevante y confiable. También se demuestra que el chatbot tiene buena capacidad de respuesta y es confiable en la atención al ciudadano.

Estos resultados son importantes porque indican que el chatbot puede ser una solución viable para automatizar la atención al ciudadano y proporcionar una mejor experiencia al usuario, reduciendo la necesidad de acudir al punto de información del GAD y las filas de ciudadanos en espera. Además, estos resultados pueden ser de interés para otros gobiernos que estén considerando implementar soluciones de chatbot para mejorar la atención al ciudadano.

Es importante comparar estos resultados con otros trabajos relacionados. Si bien no se proporcionan referencias de trabajos anteriores en este trabajo de grado, sería beneficioso comparar los resultados con otros estudios similares en la literatura para evaluar la efectividad del chatbot en diferentes contextos y así mejorar su implementación en futuros proyectos.

Aunque el chatbot demostró ser efectivo en la atención al ciudadano, existen limitaciones que deben ser consideradas. Por ejemplo, la mayoría de los encuestados eran hombres y en un rango de edad específico, lo que puede limitar la generalización de los resultados. Además, la encuesta solo se realizó con un número limitado de participantes, lo que puede no ser representativo de la población total. Sería beneficioso realizar más investigaciones y pruebas para mejorar el chatbot y evaluar su efectividad en diferentes contextos.

Otra limitación importante por considerar es que el chatbot no puede abordar todas las consultas y requerimientos de los ciudadanos. Aunque el chatbot puede brindar información útil y relevante para una amplia gama de trámites ciudadanos, algunas consultas más complejas o específicas pueden requerir la intervención humana y la consulta directa con los empleados del GAD.

En general, el prototipo de chatbot presentado en este trabajo de grado es una solución innovadora y prometedora para la gestión de requerimientos ciudadanos en el GAD San Miguel de Ibarra. Los resultados obtenidos del modelo de éxito de Sistemas de la Información de Delone y Mclean sugieren que los ciudadanos están satisfechos con la calidad del servicio brindado por el chatbot, y el uso de herramientas de inteligencia artificial y la plataforma de mensajería WhatsApp son una forma eficiente y accesible de mejorar la relación entre el gobierno y los ciudadanos. Sin embargo, también es importante reconocer las limitaciones del chatbot y considerar la necesidad de un enfoque integrado que combine la automatización con la intervención humana para brindar un servicio completo y satisfactorio a los ciudadanos.

CONCLUSIONES

- Después de realizar una investigación y análisis, se ha logrado implementar con éxito un prototipo de chatbot para la plataforma de mensajería WhatsApp, que tiene como objetivo automatizar el intercambio de información en las consultas de requisitos de trámites ciudadanos en el GAD municipal de Ibarra. Este logro ha sido posible gracias al uso de la herramienta de inteligencia artificial y de comprensión del lenguaje natural, Dialogflow.
- Se puede concluir que el objetivo general del trabajo de grado se cumplió exitosamente gracias al desarrollo de una base teórica y a la construcción del chatbot para automatizar la atención al ciudadano mediante mensajes estructurados. Además, se validó el chatbot utilizando un modelo de éxito de sistema de Información de DeLone y McLean, y se obtuvieron resultados satisfactorios en la encuesta.
- Los resultados obtenidos a través de la encuesta permiten afirmar que la mayoría de los usuarios encuestados están satisfechos con el chatbot implementado y lo utilizarán en futuras consultas. Además, se ha identificado la necesidad de un análisis previo de las interacciones de los usuarios con el chatbot para mejorar su funcionalidad.
- En cuanto a las perspectivas para el futuro, se sugiere la posibilidad de expandir la implementación del chatbot a otros servicios del GAD municipal de Ibarra y su integración con otras plataformas de comunicación, como redes sociales, para una atención aún más eficiente al ciudadano y en la aplicación móvil. Además, se pueden explorar nuevas funcionalidades para el chatbot, como el seguimiento de trámites y consultas de impuestos.
- En conclusión, la implementación de un chatbot en la plataforma de mensajería WhatsApp para la atención al ciudadano en el GAD municipal de Ibarra es una solución efectiva que mejora la experiencia del usuario y cumple con los objetivos planteados en esta tesis. Se espera que este trabajo sea una referencia para futuras investigaciones en este campo y contribuya a la mejora continua del servicio al ciudadano en el GAD municipal de Ibarra y otros servicios municipales.

RECOMENDACIONES

- Continuar con la validación del chatbot: Aunque se realizó una validación inicial mediante una encuesta, se recomienda realizar evaluaciones periódicas y continuas del chatbot para asegurar su efectividad y detectar posibles mejoras, fallas del chatbot.
- Implementar una estrategia de promoción del chatbot: Para que los ciudadanos conozcan y utilicen el chatbot, es importante que se realice una estrategia de promoción adecuada, mediante canales de comunicación efectivos como redes sociales, correo electrónico y página web del GAD municipal.
- Realizar un análisis de costo-beneficio: Es importante que se realice un análisis de costo-beneficio para determinar la rentabilidad y viabilidad del chatbot, considerando aspectos como la reducción de costos en la atención presencial, el aumento de la satisfacción de los ciudadanos y la eficiencia en la atención.
- Considerar la inclusión de más servicios en el chatbot: Si bien se implementó el chatbot para consultas de requisitos de trámites ciudadanos, se podría considerar la inclusión de más servicios que puedan ser automatizados, como consultas de estado de trámites, pagos en línea, entre otros.
- Garantizar la seguridad y privacidad de los datos: Es importante que se garantice la seguridad y privacidad de los datos de los ciudadanos que utilicen el chatbot, implementando medidas de seguridad como encriptación de datos y cumplimiento de normas de protección de datos personales.

BIBLIOGRAFÍA

- Aldair Pionce Arteaga, M., Ruperto Caicedo Plúa, C., Benny Delgado Lucas, H., & Raúl Murillo Quimiz, L. (2022). *Chatbots para ventas y atención al cliente Uses of chatbots for sales and customer service Journal-TechInnovation Universidad estatal del sur de Manabí.* 107–116. <https://doi.org/10.47230/Journal.TechInnovation.v1.n1.2022.107-116>
- Andrei, F., Ornelas, G., Maestro, A. :, Armando, R., & Castro, G. (2018). *Infotec centro de investigación e innovación en tecnologías de la información y comunicación dirección adjunta de innovación y conocimiento gerencia de capital humano posgrados “diseño e implementación de un asistente virtual (chatbot) para ofrecer atención a los clientes de una aerolínea mexicana por medio de sus canales conversacionales”.*
- Avinash. (2021, marzo 18). *Step by Step Guide to Integrate Dialogflow with NodeJS.* <https://chatbotsjournal.com/step-by-step-guide-to-integrate-dialogflow-with-nodejs-aba949302caa>
- Bansal, H., & Khan, R. (2018). A Review Paper on Human Computer Interaction. *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, 8(4), 53. <https://doi.org/10.23956/IJARCSSE.V8I4.630>
- Borja Lisbeth. (2022). *Universidad Técnica de Babahoyo facultad de administración finanzas e informática proceso de titulación noviembre 2021-abril 2022 examen complejo de grado o de fin de carrera prueba práctica.*
- Botpress. (2022). *Build Chatbots Chatbot for Developers.* <https://botpress.com/>
- Brown Ben. (2021). *Botkit: Building Blocks for Building Bots.* <https://github.com/howdyai/botkit/blob/main/packages/docs/index.md>
- Cabero, C., & Antoni, J. (2020). *Rasa framework: análisis e implementación de un chatbot Trabajo final de grado.*
- Capgemini. (2018). *Acerca de Capgemini: servicios de consultoría, tecnología y transformación digital.* <https://www.capgemini.com/es-es/company-profile-key-figures/>
- Cisneros Erick. (2021). *Aplicación web para reporte y seguimiento de denuncias en el GAD municipal de salinas mediante la Implementación de un chatbot multilinguaje como Asistente virtual.*
- Colace, F., de Santo, M., Lombardi, M., Pascale, F., Pietrosanto, A., & Lemma, S. (2018). Chatbot for e-learning: A case of study. *International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research*, 7(5), 528–533. <https://doi.org/10.18178/IJMERR.7.5.528-533>
- Colby, K. M., Weber, S., & Hilf, F. D. (1971). Artificial Paranoia. *Artificial Intelligence*, 2(1), 1–25. [https://doi.org/10.1016/0004-3702\(71\)90002-6](https://doi.org/10.1016/0004-3702(71)90002-6)
- Convertia. (2021, agosto 3). *Guía básica sobre chatbots: ¿cuáles son los distintos tipos de chatbots? | Blog – Convertia – Intelligent Customer Acquisition.*

- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. En *PSYCHOMETRIKA* (Vol. 16, Número 3).
- de Paco, P. G., Juan, J., & Espín, L. (2018). *Universidad Miguel Hernandez Facultad de Ciencias Sociales y Jurídicas de Elche Grado en Periodismo The application of chatbots and Artificial Intelligence in mass media Codirectora: Ángela María Sempere Díez*.
- DeLone, W. H., & McLean, E. R. (2016). Information Systems Success Measurement. *Foundations and Trends® in Information Systems*, 2(1), 1–116. <https://doi.org/10.1561/29000000005>
- Dias, J., Kamdi, D., Gharat, N., & Chudhari, P. (2019). Chatbot for Government Examination using AI. En *IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN)* www.iosrjen.org ISSN (Vol. 09). Page. www.iosrjen.org
- Dictionary.com. (2022). *Chatbot Definición y significado en inglés*. <https://www.lexico.com/en/definition/chatbot>
- Følstad, A., Araujo, T., Papadopoulos, S., Law, E. L.-C., Granmo, O.-C., Luger, E., & Brandtzaeg, P. B. (Eds.). (2020). *Chatbot Research and Design*. 11970. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-39540-7>
- GAD Ibarra. (2022). <https://www.ibarra.gob.ec/site/>.
- Google. (2022, agosto 9). *Documentación de Dialogflow* Google Cloud. <https://cloud.google.com/dialogflow/docs?hl=es-419>
- Google Cloud. (2022, julio 5). *Descripción general de la consola de Dialogflow* Dialogflow ES Google Cloud. <https://cloud.google.com/dialogflow/es/docs/console>
- Gunther Cox. (2021). *About ChatterBot — ChatterBot 1.0.8 documentation*. <https://chatterbot.readthedocs.io/en/stable/>
- Hitchins, D. (2022, junio 10). *How to Design and Build a WhatsApp Chatbot – With Examples - Infobip*. infobip. <https://www.infobip.com/blog/whatsapp-chatbot-quick-guide>
- Hurtado, A. (2021). *8. Tipos de Chatbots: Smart Chatbot » Podcast Super Chatbot*. <https://alexhurtadomktd.com/podcast/8-tipos-de-chatbots-smart-chatbot/>
- IBM. (2022). *IBM Watson* IBM. <https://www.ibm.com/watson>
- Janarthanam, S. (2017). *Hands-on chatbots and conversational UI development: build chatbots and voice user interfaces with Chatfuel, Dialogflow, Microsoft Bot Framework, Twilio*.
- Jindal, G., & Jha, A. (2020). *EasyChair Preprint Whatsapp Chatbot*.
- Joy Liu. (2022, diciembre 7). *WhatsApp Business API: all you need to know 2023 SleekFlow*. sleekflow. <https://sleekflow.io/blog/whatsapp-business-api>

- Khan, R., & Das, A. (2018). Build Better Chatbots. *Build Better Chatbots*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3111-1>
- Khanna, A., Pandey, B., Vashishta, K., Kalia, K., Pradeepkumar, B., & Das, T. (2015). A Study of Today's A.I. through Chatbots and Rediscovery of Machine Intelligence. *International Journal of u- and e-Service, Science and Technology*, 8(7), 277–284. <https://doi.org/10.14257/IJUNESST.2015.8.7.28>
- Klopfenstein, L., Delpriori, S., ... S. M.-P. of the 2017, & 2017, undefined. (2017). The rise of bots: A survey of conversational interfaces, patterns, and paradigms. *dl.acm.org*, 555–565. <https://doi.org/10.1145/3064663.3064672>
- Kucherbaev, P., Bozzon, A., & Houben, G. J. (2018). Human-aided bots. *IEEE Internet Computing*, 22(6), 36–43. <https://doi.org/10.1109/MIC.2018.252095348>
- León-Granizo, O., & León-Granizo, M. (2020). Desarrollo de un asistente virtual (chatbot) para mejorar el acceso a la información recurrente por los estudiantes de Instituciones de Educación Superior. *Ecuadorian Science Journal*, 4(2), 111–116. <https://doi.org/10.46480/esj.4.2.49>
- Lluga, M., Alexander, D., Vaca, J., & li, J. E. (2021). *Chatbot a customer service tool in times of COVID-19: a theoretical approach*.
- Mantik, J., Kurniawan, H., al Fazar, M., Rahma Fauziah, N., & Rasyid Munthe, I. (2021). Whatsapp Chatbot Implementation for New Students University of Labuhanbatu. *iocscience.org*, 5(2), 932–939. <http://iocscience.org/ejournal/index.php/mantik/article/view/1423>
- Maragno, G., Tangi, L., Gastaldi, L., & Benedetti, M. (2022). *AI as an organizational agent to nurture: effectively introducing chatbots in public entities*. <https://doi.org/10.1080/14719037.2022.2063935>
- Meta. (2022a). *API de la nube de la Plataforma de WhatsApp Business*. <https://developers.facebook.com/docs/whatsapp/cloud-api>
- Meta. (2022b). *Wit.ai*. <https://wit.ai/>
- Microsoft. (2019). *Microsoft Bot Framework*. <https://dev.botframework.com/>
- MobileMonkey. (2022). *El mejor software de chatbot del mundo para Instagram, SMS, chat web y Facebook Messenger Marketing*. <https://mobilemonkey.com/es/>
- Mohan, C., Divi, A., Venkatesh, A., ... B. T.-Int. J. Sci. Res. C., & 2019, undefined. (2019). Chatbot for University Resource Booking. *academia.edu*. <https://www.academia.edu/download/69588541/CSEIT1951144.pdf>
- Molnár, G., on, Z. S.-2018 I. 16th I. S., & 2018, undefined. (2018). The role of chatbots in formal education. *ieeexplore.ieee.org*. <https://doi.org/10.1109/SISY.2018.8524609>
- Muhammad, A. F., Susanto, D., Alimudin, A., Adila, F., Assidiqi, M. H., & Nabhan, S. (2020). Developing English Conversation Chatbot Using Dialogflow. *IES 2020 - International Electronics Symposium: The Role of Autonomous and Intelligent*

Systems for Human Life and Comfort, 468–475.
<https://doi.org/10.1109/IES50839.2020.9231659>

Nimavat K. (2017). *Nimavat: Chatbots: An overview types, architecture*, Google Académico.

Ojo, A. I. (2017). Validation of the delone and mclean information systems success model. *Healthcare Informatics Research*, 23(1), 60–66.
<https://doi.org/10.4258/hir.2017.23.1.60>

ONU. (2015). *Infraestructura Desarrollo Sostenible*. Objetivos de desarrollo sostenible.
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/infrastructure/>

Pandorabots. (2022). *Pandorabots: Home*. <https://home.pandorabots.com/home.html>

Pintos, V. (2019, agosto 6). *¿Qué tipos de chatbots existen y cuál es mejor para tu negocio?* - *inConcert Blog*. <https://blog.inconcertcc.com/es/que-tipos-de-chatbots-existen-y-cual-es-mejor-para-tu-negocio/>

Pooja G. (2022, noviembre 30). *Build a WhatsApp Chatbot using Node.JS*. kommunicate. <https://www.kommunicate.io/blog/build-a-whatsapp-chatbot-using-node-js/>

Prasad, P. V. K. V., Krishna, N. V., & Jacob, T. P. (2022). AI CHATBOT using Web Speech API and Node.Js. *2022 International Conference on Sustainable Computing and Data Communication Systems (ICSCDS)*. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9760803/>

Raj, S. (2019). Building Chatbots with Python. En *Building Chatbots with Python*. Apress. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-4096-0>

Ramaditiya, A., Rahmatia, S., Munawar, A., & Samijayani, O. N. (2021). Implementation chatbot whatsapp using python programming for broadcast and reply message automatically. *Proceeding - 2021 International Symposium on Electronics and Smart Devices: Intelligent Systems for Present and Future Challenges, ISESD 2021*. <https://doi.org/10.1109/ISESD53023.2021.9501523>

Ramesh, K., Ravishankaran, S., Joshi, A., & Chandrasekaran, K. (2017). A survey of design techniques for conversational agents. *Communications in Computer and Information Science*, 750, 336–350. https://doi.org/10.1007/978-981-10-6544-6_31

Rasa Technologies. (2022). *Conversational AI Platform | Superior Customer Experiences Start Here*. <https://rasa.com/>

Roberto, V., Yarlequé, Y., Fabián, I., & Cantuña, E. A. (2020). *Universidad técnica de Babahoyo facultad de administración, finanzas e informática. Proceso de titulación examen complejo de grado o de fin de carrera prueba práctica ingeniería en sistemas previo a la obtención del título de ingeniero en sistemas*.

Rozga, S. (2018). Practical Bot Development. *Practical Bot Development*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3540-9>

- Ruben Geert. (2022). *Cronbach's Alpha in SPSS*. <https://www.spss-tutorials.com/cronbachs-alpha-in-spss/>
- Salcedo, A. (2018). *Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Empresarial y de Sistemas*.
- Santos Dheiver. (2020, mayo 5). *Cómo usar un chatbot con Node.js, VS Code y WhatsApp - Planeta Chatbot*. <https://planetachatbot.com/use-chatbot-con-node-js-vs-code-y-whatsapp/>
- Scopus. (2022). *Scopus - Document search*. <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic#basic>
- Shevat, A. (2016). *Designing Bots: Creating Conversational Experiences - Amir Shevat - Google Libros*. O'Reilly Media.
- Simari, P. G. I. (2019). *El Manifiesto Ágil*. 3, 1–15.
- Smutny, P., & Schreiberova, P. (2020). Chatbots for learning: A review of educational chatbots for the Facebook Messenger. *Computers & Education*, 151, 103862. <https://doi.org/10.1016/J.COMPEDU.2020.103862>
- Syniverse Technologies. (2021). *WhatsApp Business API Guide :: SDC Documentation*. <https://sdcdocumentation.syniverse.com/index.php/omni-channel/user-guides/whatsapp-business-api-guide>
- Thao Hien, H., Cuong, P.-N., Chi Minh City, H., Nguyen Hoai Nam, L., le Thi Kim Nhung, H., Dinh Thang, L., & Dinh, L. (2018). Intelligent assistants in higher-education environments: the FIT-EBot, a chatbot for administrative and learning support. *dl.acm.org*, 69–76. <https://doi.org/10.1145/3287921.3287937>
- Thesing, T., Feldmann, C., & Burchardt, M. (2021). Agile versus Waterfall Project Management: Decision Model for Selecting the Appropriate Approach to a Project. *Procedia Computer Science*, 181, 746–756. <https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2021.01.227>
- Turing, A. M. (1950). Computing Machinery and intelligence. *Mind*, LIX(236), 433–460. <https://doi.org/10.1093/MIND/LIX.236.433>
- Vega-Zepeda, V., Quelopana, A., Flores, C., & Munizaga, A. (2018). Application guide for the evaluation of software products based on the delone and McLean model of success. *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, 29, 14–29. <https://doi.org/10.17013/risti.29.14-29>
- Wallace, R. S. (2009). The anatomy of A.L.I.C.E. *Parsing the Turing Test: Philosophical and Methodological Issues in the Quest for the Thinking Computer*, 181–210. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6710-5_13
- Weizenbaum, J. (1966). ELIZA-A computer program for the study of natural language communication between man and machine. *Communications of the ACM*, 9(1), 36–45. <https://doi.org/10.1145/365153.365168>
- Wlodarski, R., & Poniszewska-Maranda, A. (2019). Applying a Traditional Software Development Process to Drive Projects in Higher Education. *Proceedings - 45th*

Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications, SEAA 2019, 309–316. <https://doi.org/10.1109/SEAA.2019.00054>

Wu, Y., Wu, W., Xing, C., Li, Z., & Zhou, M. (2017). Sequential matching network: A new architecture for multi-turn response selection in retrieval-based chatbots. *ACL 2017 - 55th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, Proceedings of the Conference (Long Papers)*, 1, 496–505. <https://doi.org/10.18653/v1/P17-1046>

ANEXOS



GOBIERNO
AUTÓNOMO
DESCENTRALIZADO
ADMINISTRACIÓN 2019 - 2023

Ibarra, 07 de marzo del 2023

CERTIFICADO DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO

Mediante el presente certifico que el Sr. JONATHAN MAURICIO RUIZ SÁNCHEZ con cédula de ciudadanía 0301940599, estudiante de la Universidad Técnica del Norte, finalizó el proyecto titulado " **PROTOTIPO DE CHATBOT BASADO EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA AUTOMATIZAR LA GESTIÓN DE REQUERIMIENTOS MUNICIPALES DE TRÁMITES CIUDADANOS DEL GAD SAN MIGUEL DE IBARRA**".

Adicionalmente informo que se han realizado con satisfacción las pruebas técnicas y la revisión de cumplimiento de los requerimientos funcionales, por lo que se recibe el proyecto con conformidad.

El Sr. JONATHAN MAURICIO RUIZ SÁNCHEZ, puede hacer uso de este documento para los fines pertinentes.

Atentamente.

MSc. Paúl Vásquez Méndez

Director Tecnologías de la Información y Comunicación
Gobierno Autónomo Descentralizado de San Miguel de Ibarra



Calle García Moreno 6-31 y Calle Simón Bolívar
(593)06-3700-200 +(593)06-2950-211
Ibarra - Imbabura - Ecuador

www.ibarra.gob.ec

