



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

**DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO DE CHATBOT BASADO EN EL
ALGORITMO BERT PARA APOYO DE ESTUDIANTES CON TRAMITES Y RESOLUCIÓN DE
DUDAS DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Luis Felipe Delgado Benitez

Asesorado por el MSc. Ing. Javier Estuardo Navarro Delgado

Guatemala, noviembre de 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO DE CHATBOT BASADO EN EL ALGORITMO BERT PARA APOYO DE ESTUDIANTES CON TRAMITES Y RESOLUCIÓN DE DUDAS DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

LUIS FELIPE DELGADO BENITEZ

ASESORADO POR MSC. ING. JAVIER ESTUARDO NAVARRO DELGADO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. José Francisco Gómez Rivera (a. i.)
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martinez
VOCAL III	Ing. José Milton De León Bran
VOCAL IV	Ing. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Ing. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. José Francisco Gómez Rivera (a. i.)
EXAMINADOR	Ing. Pedro Pablo Hernandez Ramirez
EXAMINADOR	Ing. Oscar Alejandro Paz Campos
EXAMINADOR	Ing. Carlos Alfredo Azurdia Morales
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO DE CHATBOT BASADO EN EL ALGORITMO BERT PARA APOYO DE ESTUDIANTES CON TRAMITES Y RESOLUCIÓN DE DUDAS DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ciencias y Sistemas, con fecha 21 de septiembre de 2024.



Luis Felipe Delgado Benitez



EEPFI-PP-5154-2024

Guatemala, 28 de septiembre de 2024

Director
Carlos Gustavo Alonzo
Escuela De Ingenieria En Sistemas
Presente.

Estimado Carlos Gustavo Alonzo

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **DESARROLLO DE CHATBOT BASADO EN EL ALGORITMO BERT PARA APOYO DE ESTUDIANTES CON TRAMITES Y RESOLUCIÓN DE DUDAS DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Área de Administración de Tecnología de la Información - Tecnologías de la Información y la Comunicación para apoyo a la educación**, presentado por el estudiante **Luis Felipe Delgado Benitez** carné número **201900051**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en Artes en Tecnologías De La Inf. Y La Comunicación.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

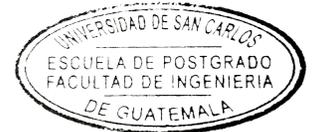


Javier Estuardo Navarro Delgado
Ingeniero en Ciencias y Sistemas
Colegiado No. 12,552

Mtro. Javier Estuardo Navarro Delgado
Asesor(a)



Mtro. Marlon Antonio Perez Turk
Coordinador(a) de Maestría



Mtra. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Directora
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería



Oficina Virtual





EEP-EICS-5016-2024

El Director de la Escuela De Ingenieria En Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **DESARROLLO DE CHATBOT BASADO EN EL ALGORITMO BERT PARA APOYO DE ESTUDIANTES CON TRAMITES Y RESOLUCIÓN DE DUDAS DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Luis Felipe Delgado Benitez**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Mtro. Carlos Gustavo Alonzo
Director
Escuela De Ingenieria En Sistemas

Guatemala, septiembre de 2024



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Decanato
Facultad e Ingeniería

24189101- 24189102

LNG.DECANATO.OIE.726.2024

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, al Trabajo de Graduación titulado: **DESARROLLO DE CHATBOT BASADO EN EL ALGORITMO BERT PARA APOYO DE ESTUDIANTES CON TRAMITES Y RESOLUCIÓN DE DUDAS DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por: **Luis Felipe Delgado Benitez** después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Decano a.i.



Guatemala, noviembre de 2024

Para verificar validez de documento ingrese a <https://www.ingenieria.usac.edu.gt/firma-electronica/consultar-documento>

Tipo de documento: Correlativo para orden de impresión Año: 2024 Correlativo: 726 CUI: 2998485580101

Escuelas: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, - Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS). Postgrado Maestría en Sistemas Mención Ingeniería Vial. Carreras: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas. Licenciatura en Matemática. Licenciatura en Física. Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM). Guatemala, Ciudad

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Gracias por darme sabiduría, perseverancia y la fe necesaria para superar cada desafío. En los momentos de duda, encontré consuelo en Tu presencia, y en los momentos de alegría, sentí Tu bendición.

Mis padres

Gracias por su apoyo incondicional, su paciencia infinita y por haber creído en mí incluso en los momentos en los que yo dudaba. Su esfuerzo, sacrificio y ejemplo de trabajo duro han sido la mayor inspiración a lo largo de mi vida.

Mis hermanos

Quienes han sido un pilar fundamental a lo largo de este viaje. Gracias por su constante apoyo, por estar siempre a mi lado en los momentos difíciles, y por las incontables risas que hicieron todo más llevadero.

Mi abuela

Quien con su amor, sabiduría y ejemplo me ha guiado siempre. Gracias por tus palabras de aliento, por tu fe inquebrantable en mí y por enseñarme el valor de la perseverancia y el esfuerzo.

Ingeniero

Por sus correcciones y apoyo en el trabajo.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios de maestría y proporcionar un entorno académico de excelencia. Gracias por los recursos y el apoyo constante que hicieron posible la culminación de este proyecto.

Mis amigos

Que han estado a mi lado durante toda esta travesía académica, no tengo palabras suficientes para agradecerles por su compañía, apoyo incondicional y los momentos inolvidables que compartimos. Gracias por ser mi fuente de energía en los días difíciles y por celebrar conmigo cada pequeño logro.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	5
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
3.1. Contexto general.....	9
3.2. Descripción del problema	9
3.3. Formulación del problema	10
3.3.1. Pregunta central	10
3.3.2. Preguntas Auxiliares.....	11
3.4. Delimitación del problema.....	11
4. JUSTIFICACIÓN	13
5. OBJETIVOS	15
5.1. General	15
5.2. Específicos.....	15
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN	17
7. ALCANCES.....	21

8.	MARCO TEÓRICO	23
8.1.	Tipos de chatbots.....	23
8.1.1.	Chatbots Basados en Procesamiento del Lenguaje Natural (NLP).....	23
8.1.2.	Natural Language Understanding (NLU).....	24
8.1.3.	Natural Language Generation (NLG)	24
8.1.4.	Chatbots Basados en Reconocimiento de Patrones	25
8.1.5.	Chatbots Basados en la Web Semántica.....	26
8.1.6.	Chatbots Basados en Minería de Datos.....	27
8.2.	Interacción Humano-Computador	27
8.2.1.	Principios de la interacción humano-computadora.....	28
8.2.1.1.	Teoría y Práctica de HCI.....	28
8.2.1.2.	Fundamentos Científicos y Teóricos....	29
8.2.1.3.	Aplicación Práctica de Teorías Psicológicas y Cognitivas.....	29
8.3.	Algoritmos Específicos Utilizados en Chatbots	30
8.3.1.	Secuencia a Secuencia (Seq2Seq).....	30
8.3.2.	Matching de Patrones.....	31
8.3.3.	LSTM (Long Short-Term Memory)	32
8.3.4.	Naive Bayes.....	32
8.3.5.	Modelo de Interferencia de Emociones Híbridas (HEIM)	34
9.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS	35
10.	METODOLOGÍA	39
10.1.	Características del estudio	39

10.2.	Unidades de análisis.....	40
10.2.1.	Transacciones individuales procesadas por el chatbot.....	40
10.2.2.	Usuarios del chatbot.....	40
10.2.3.	Sesiones de chatbot.....	40
10.3.	Variables.....	41
10.4.	Fases de estudio.....	42
10.4.1.	Planificación y Diseño del Estudio.....	42
10.4.2.	Desarrollo y Prueba del Chatbot.....	42
10.4.3.	Recolección de Datos.....	42
10.4.4.	Análisis de Datos.....	43
10.4.5.	Evaluación de Impacto y Satisfacción.....	43
10.4.6.	Reporte y Difusión de Resultados.....	43
10.5.	Técnicas de recolección de datos.....	43
10.5.1.	Encuestas Online.....	44
10.5.2.	Entrevistas Semiestructuradas.....	44
10.5.3.	Análisis de Logs del Chatbot.....	44
11.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	45
12.	CRONOGRAMA.....	47
13.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO.....	49
13.1.	Factibilidad técnica.....	49
13.1.1.	Acceso a Tecnología de Chatbots.....	49
13.1.2.	Infraestructura Tecnológica.....	49
13.1.3.	Capacidades de Desarrollo.....	50
13.1.4.	Soporte y Mantenimiento.....	50
13.2.	Factibilidad financiera.....	50

REFERENCIAS 53

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

Figura 1.	Esquema de solución.....	19
Figura 2.	Feed-Forward Neural Networks	24
Figura 3.	Chatbot: Working under the hood	26
Figura 4.	Cronograma de actividades	47

TABLAS

Tabla 1.	Variables en estudio.....	41
Tabla 2.	Factibilidad financiera.....	51

1. INTRODUCCIÓN

La transformación digital en el sector educativo ha propiciado la exploración de nuevas tecnologías que prometen mejorar la eficiencia operativa y la satisfacción de los usuarios. Dentro de este contexto, los chatbots emergen como una solución innovadora, destinada a revolucionar la manera en que las instituciones educativas gestionan sus trámites administrativos. Este estudio se enfoca en la implementación de un chatbot diseñado para optimizar los procesos administrativos universitarios, abordando tanto la sistematización de trámites como la mejora en la comunicación entre estudiantes y la administración.

Los trámites universitarios tradicionales suelen ser lentos y laboriosos, lo que genera frustración entre los estudiantes y el personal administrativo. La falta de eficiencia en estos procesos puede afectar negativamente la percepción del servicio institucional y la satisfacción general del estudiante. Ante este problema, se plantea la utilización de un chatbot como solución tecnológica para automatizar y agilizar estas tareas.

La implementación de un chatbot no solo busca mejorar el tiempo de respuesta en los trámites administrativos sino también aumentar la precisión y reducir los errores humanos. Además, se espera que el chatbot facilite una comunicación más fluida y accesible, disponible 24/7, lo que significativamente podría mejorar la experiencia del usuario.

Se anticipa que el chatbot reducirá significativamente el tiempo de procesamiento de trámites, aumentará la tasa de satisfacción del usuario y disminuirá la carga de trabajo del personal administrativo. Estos cambios no solo

optimizarán los recursos institucionales, sino que también promoverán una cultura de innovación y mejora continua dentro de la universidad.

En la sección de Antecedentes, se verá un análisis detallado de la evolución de los chatbots en el contexto educativo. Se explorarán los desarrollos tecnológicos anteriores y el estado actual de estos sistemas para establecer una comprensión clara de cómo han evolucionado y se han integrado en entornos educativos.

En la sección de Justificación, se hablará de la relevancia de la investigación, destacando las razones por las que es crucial explorar y mejorar los sistemas de chatbots en la administración universitaria. Se explicará cómo este estudio busca abordar y resolver problemas específicos relacionados con los trámites administrativos.

En la sección de Alcances, se definirán los límites y objetivos del estudio. Se clarificará lo que el estudio pretende alcanzar, las expectativas y los resultados que se esperan obtener, proporcionando una descripción de las contribuciones del proyecto al campo de la tecnología en educación.

En el Marco Teórico, se verá una revisión exhaustiva y sistemática de la literatura relacionada con los chatbots. Esta sección está subdividida en explicaciones detalladas sobre los tipos de chatbots, incluyendo los basados en procesamiento del lenguaje natural y reconocimiento de patrones, así como un análisis profundo de la interacción humano-computadora, subrayando los principios teóricos que fundamentan el uso de chatbots en educación.

En la Presentación de Resultados, se discutirán los hallazgos obtenidos a partir de la implementación y análisis del chatbot. Esta sección detalla la

distribución de las respuestas del chatbot, eficiencia procesal, y evalúa la satisfacción de los usuarios, ofreciendo una perspectiva clara de cómo el chatbot ha influido en la administración universitaria.

Finalmente, en la Discusión de Resultados, se integrarán y contrastarán los resultados con el marco teórico y estudios previos. Se analizará el impacto específico del algoritmo BERT, los desafíos enfrentados durante la implementación, y la efectividad del chatbot en mejorar el acceso y comprensión de los servicios universitarios por parte de los estudiantes.

2. ANTECEDENTES

El estudio realizado por Mellado et al. (2020) aborda la implementación de un chatbot para facilitar el aprendizaje del sistema tributario chileno entre estudiantes de contabilidad y negocios en la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Los autores destacan cómo la inteligencia artificial, mediante el uso de un chatbot, puede contribuir significativamente al proceso educativo al simplificar y hacer más accesible el aprendizaje de temas complejos como la tributación. Mediante un experimento controlado con grupos experimentales y de control, los resultados sugieren que los estudiantes que interactuaron con el chatbot mostraron una mayor comprensión y retención de la información comparados con aquellos que utilizaron métodos tradicionales. Este hallazgo subraya la potencialidad de los chatbots como herramientas de apoyo en la educación, no solo por mejorar el rendimiento académico sino también por fomentar un aprendizaje autónomo y adaptativo, aspectos clave en el campo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación.

El estudio realizado por Galván y Calderón (2024) enfatizan la integración de la inteligencia artificial en la educación, con un enfoque particular en la validación de un cuestionario que mide la aceptación y alfabetización en inteligencia artificial entre educadores. Esta investigación destaca la creciente relevancia de la inteligencia artificial como herramienta pedagógica y su potencial para transformar las prácticas educativas tradicionales. El análisis de Galván y Calderón revelan que, a medida que la inteligencia artificial se vuelve más prevalente en el contexto educativo, se hace imprescindible desarrollar instrumentos de evaluación que puedan medir eficazmente la capacidad de los educadores y estudiantes para interactuar y beneficiarse de estas tecnologías

avanzadas. La validación de estos instrumentos es crucial para asegurar que la integración de la IA en los sistemas educativos se realice de manera efectiva y que contribuya positivamente al proceso de enseñanza y aprendizaje.

En un estudio realizado por Moral et al. (2023) exploraron el impacto de la implementación de chatbots en la educación matemática en la Universidad de Málaga. El objetivo principal de esta investigación fue evaluar la satisfacción y la efectividad de los chatbots diseñados por los estudiantes para facilitar el aprendizaje en la asignatura de didáctica de la geometría. Los resultados obtenidos destacaron un incremento en la competencia digital de los estudiantes y un alto grado de satisfacción con los chatbots que crearon, lo que indica un potencial significativo para el uso de estas herramientas tecnológicas en un contexto educativo. La investigación sugiere que la integración de chatbots puede ser una estrategia valiosa para mejorar la enseñanza y el aprendizaje, proporcionando a los estudiantes herramientas que apoyan la autonomía y la personalización del aprendizaje.

En el estudio de Múnera et al. (2022), se analiza el diseño y la implementación inicial de un chatbot destinado a estudiantes de modalidades virtuales en la Escuela Interamericana de Bibliotecología de la Universidad de Antioquia. La investigación destaca cómo los chatbots pueden ser herramientas fundamentales para mejorar los procesos de comunicación entre estudiantes y administradores en entornos virtuales. Utilizando la metodología de diseño centrado en el usuario, los investigadores identificaron y categorizaron las principales inquietudes de los estudiantes, lo que permitió el desarrollo de un asistente virtual más adaptado y efectivo. Los resultados preliminares sugieren que el chatbot facilitó la interacción estudiantil y mejoró la accesibilidad a la información necesaria, lo que podría ser indicativo de un aumento en la satisfacción estudiantil y eficiencia administrativa.

El análisis llevado a cabo por Lucana y Roldán (2023) proporcionan una perspectiva integral sobre la aplicación de chatbots basados en inteligencia artificial para la educación escolar, con un enfoque particular en la salud mental y el aprendizaje de idiomas. Utilizando una metodología de revisión sistemática, los autores examinaron estudios entre 2020 y 2022 para determinar la efectividad de estas herramientas digitales en entornos educativos. Sus hallazgos revelan que los chatbots no solo mejoran el proceso de enseñanza y aprendizaje, sino que también juegan un papel crucial en el desarrollo de habilidades de vida y el bienestar emocional de los adolescentes. Este estudio subraya la importancia de las soluciones basadas en IA en la educación, sugiriendo que pueden ofrecer apoyo significativo en áreas críticas como la salud mental y la adquisición de competencias lingüísticas.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. Contexto general

El problema central en el contexto de la universidad se refleja en la ineficiencia y lentitud en la gestión de trámites y acceso a información sobre beneficios estudiantiles. Esta situación crea una serie de dificultades operativas y desafíos para los estudiantes, quienes enfrentan obstáculos significativos en su interacción diaria con la administración universitaria. Este escenario es particularmente problemático en un entorno académico donde el tiempo y el acceso a la información pueden impactar directamente el rendimiento y la experiencia estudiantil.

3.2. Descripción del problema

Los sistemas administrativos desactualizados, que no aprovechan las tecnologías de la información modernas, contribuyen directamente a este problema. La falta de inversiones adecuadas en tecnología limita la capacidad de la universidad para procesar trámites de manera eficiente y proporcionar información oportuna a los estudiantes. Además, la resistencia al cambio por parte del personal puede impedir la implementación de soluciones tecnológicas que podrían automatizar y optimizar los procesos.

Por otro lado, los procesos de comunicación ineficientes dentro de la universidad, que a menudo dependen de canales obsoletos y carecen de una estrategia coherente para la gestión de la comunicación, exacerbando el problema. Esta falta de eficacia en la comunicación se ve agravada por la ausencia de

capacitación adecuada entre el personal encargado de manejar las interacciones estudiantiles, lo que a su vez puede llevar a malentendidos y a una disminución en la calidad del servicio ofrecido a los estudiantes.

3.3. Formulación del problema

La falta de automatización de procesos sigue siendo un desafío crítico. La dependencia de los procesos manuales no solo es ineficiente, sino que también propicia errores y retrasos que afectan negativamente la experiencia estudiantil. La inexistencia de un sistema integrado que facilite la comunicación entre diferentes departamentos y servicios dentro de la universidad impide una gestión fluida y eficiente de los trámites y beneficios estudiantiles.

Estos elementos juntos crean un ciclo vicioso de ineficiencia que no solo afecta el día a día de los estudiantes, sino que también puede tener implicaciones más amplias y duraderas en la percepción y el valor de la educación proporcionada por la institución. La frustración estudiantil resultante puede llevar a una disminución de la participación en actividades universitarias y potencialmente a una mayor tasa de abandono escolar, dañando así la reputación y la efectividad general de la universidad.

3.3.1. Pregunta central

¿Cómo puede la implementación de un chatbot con inteligencia artificial mejorar la eficiencia y rapidez en la gestión de trámites y el acceso a información sobre beneficios estudiantiles en la universidad?

3.3.2. Preguntas Auxiliares

- ¿De qué manera el algoritmo BERT contribuye a mejorar la precisión y eficiencia de un chatbot en la gestión de trámites y el acceso a información sobre beneficios estudiantiles en la universidad?
- ¿Cuáles son los principales desafíos técnicos y organizacionales en la implementación de un chatbot para la gestión de trámites universitarios?
- ¿Cómo pueden las interacciones con un chatbot mejorar el acceso y la comprensión de los estudiantes sobre los beneficios y servicios ofrecidos por la universidad?

3.4. Delimitación del problema

Descripción de condiciones temporales, disciplinares, geográficas, y otras, en las que se resolverá el problema.

4. JUSTIFICACIÓN

La implementación de un chatbot con inteligencia artificial para optimizar la gestión de trámites y el acceso a información sobre beneficios estudiantiles en una universidad representa un proyecto alineado con los objetivos de una Maestría en Tecnologías de la Información y Comunicación. Este proyecto encarna la innovación y la aplicación práctica de tecnologías avanzadas dentro del ámbito educativo, además de la gestión eficaz de recursos intangibles como el tiempo y la información. Específicamente, se inserta en la administración eficiente de la comunicación entre estudiantes y la administración universitaria, facilitando la interacción y mejorando la experiencia educativa a través de respuestas automatizadas y precisas.

El proyecto aborda un problema significativo dentro del contexto universitario: la ineficiencia y lentitud en la gestión de trámites y el acceso a información sobre beneficios estudiantiles. Este problema afecta negativamente la experiencia educativa, prolongando los procesos administrativos y dificultando el acceso a información crucial que los estudiantes requieren para su desempeño académico y bienestar. Al implementar un chatbot con inteligencia artificial, se busca optimizar estos procesos y mejorar la comunicación entre estudiantes y administración, ofreciendo así una solución tecnológica que contribuya a una gestión más eficaz y una mejor experiencia estudiantil.

El desarrollo de un chatbot funcional es un ejemplo claro de cómo la tecnología puede ser utilizada para aliviar la carga de trabajo administrativo, permitiendo al personal concentrarse en tareas que agregan mayor valor a la experiencia estudiantil. La automatización de respuestas a consultas frecuentes

no solo optimiza el uso del tiempo, sino que también garantiza una precisión consistente en la información proporcionada. Este sistema proporcionará una base de datos detallada de interacciones, que será invaluable para ajustar servicios y políticas a las necesidades emergentes de los estudiantes.

Los beneficiarios directos de este sistema serán los estudiantes, quienes experimentarán una mejora significativa en el acceso a la información. Además, el personal administrativo se beneficiará de una reducción en la carga de trabajo repetitivo, lo cual permite una redistribución de esfuerzos hacia servicios más personalizados y complejos. A nivel institucional, la universidad mejorará su eficiencia operativa y se posicionará como un referente en la integración de tecnología de punta en sus procesos educativos y administrativos.

Este trabajo es de gran relevancia social, ya que responde a la creciente demanda de digitalización de servicios en la sociedad de la información actual. Facilitar el acceso a la información y la eficiencia en los trámites administrativos mediante un chatbot es un paso adelante en la adaptación de las instituciones educativas a las necesidades modernas. Asimismo, el trabajo proporcionará un valioso caso de estudio sobre la integración de soluciones de inteligencia artificial en la gestión universitaria, ofreciendo un modelo replicable y fomentando la investigación adicional en tecnologías aplicadas para mejorar la experiencia educativa.

Este sistema no solo contribuirá significativamente a la eficiencia administrativa y a la mejora de la experiencia estudiantil, sino que también promoverá la innovación y la aplicación práctica de las tecnologías de la información en un entorno que tiene un impacto directo en el desarrollo y la formación de futuros profesionales.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Implementar un prototipo de chatbot con inteligencia artificial que permita optimizar los procesos administrativos y mejorar el acceso a la información relevante para los estudiantes, contribuyendo así a una experiencia universitaria más eficiente y rápida.

5.2. Específicos

- Analizar el impacto del algoritmo BERT en la capacidad del chatbot para procesar y entender las solicitudes de los estudiantes de manera precisa y eficiente, y determinar cómo esto afecta la calidad de las respuestas proporcionadas.
- Implementar un método o un marco de trabajo que permita identificar los desafíos técnicos y organizacionales que surgen durante la implementación de un chatbot destinado a la gestión de trámites universitarios, y proponer soluciones para superar estos obstáculos.
- Evaluar el modelo con respecto a cómo las interacciones entre los estudiantes y un chatbot pueden facilitar un mejor acceso y comprensión de los servicios y beneficios universitarios, y examinar la efectividad del chatbot en la mejora de la comunicación y satisfacción estudiantil.

6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

En el contexto actual de la educación superior, las universidades enfrentan desafíos significativos relacionados con la eficiencia administrativa y la satisfacción estudiantil. El proyecto propuesto de implementar un chatbot con inteligencia artificial tiene como objetivo principal mejorar la gestión de trámites y el acceso a la información sobre beneficios estudiantiles en la universidad. Este enfoque responde directamente a la necesidad crítica de modernización y digitalización administrativa, al tiempo que se alinea con las expectativas tecnológicas de una población estudiantil cada vez más digitalizada.

Las universidades a menudo luchan con la carga administrativa que involucra el manejo manual de trámites estudiantiles, consumiendo tiempo y recursos significativos. La implementación de un chatbot diseñado para manejar estas consultas y procesar trámites automáticamente puede liberar al personal administrativo de tareas repetitivas, permitiéndoles concentrarse en actividades de mayor valor que requieren un enfoque humano más directo. Esto no solo aumenta la eficiencia operativa durante períodos pico de actividad, como inscripciones o cierre de semestres, sino que también mejora la capacidad de la universidad para responder ágilmente a las necesidades estudiantiles.

Además, una queja común entre los estudiantes es la dificultad para acceder a información clara y actualizada sobre trámites y beneficios, como becas, asesoramiento académico y apoyo financiero. Un chatbot eficaz puede proporcionar respuestas rápidas y precisas a estas consultas, mejorando significativamente la transparencia y la accesibilidad de la información, lo que a

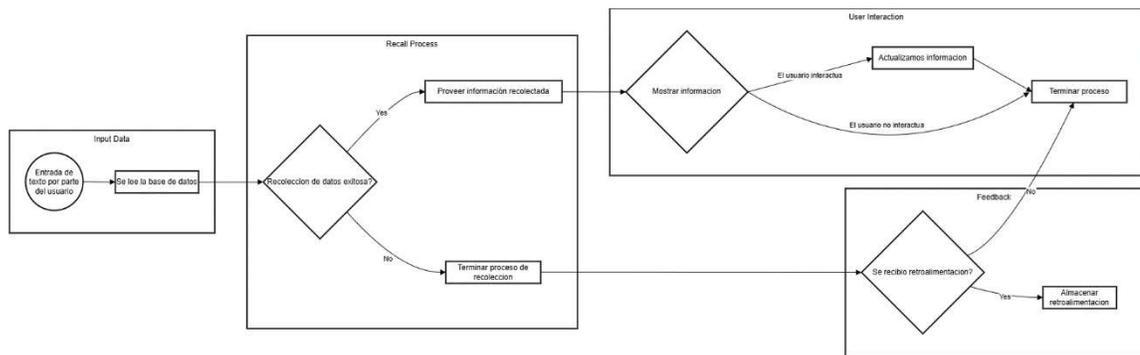
su vez contribuye a la satisfacción estudiantil y a la percepción positiva de la universidad.

En un nivel más estratégico, los chatbots también pueden servir como herramientas valiosas para la toma de decisiones. Al recoger y analizar datos sobre las interacciones estudiantiles más frecuentes, la administración puede identificar tendencias y patrones en las consultas de los estudiantes, lo que permite ajustar políticas y servicios para abordar mejor las necesidades estudiantiles. Esto resulta en mejoras en la planificación de recursos y estrategias de retención de estudiantes.

A nivel nacional y regional, este proyecto puede establecer un modelo para la integración de tecnologías de inteligencia artificial en el sector educativo. Puede servir como un caso de estudio para otras instituciones que buscan mejorar sus operaciones a través de la tecnología, promoviendo una transformación digital en el sector educativo más amplio. Además, al mejorar la experiencia estudiantil y la eficiencia administrativa, las universidades pueden mejorar su competitividad y atractivo, atrayendo a estudiantes de todo el país y de regiones vecinas, lo que a su vez puede tener un impacto económico positivo en términos de atracción de talento y recursos.

Figura 1.

Esquema de solución



Nota. El esquema cuenta con dos ramales de solución. Elaboración propia, realizado con Visio.

Tal y como se observa en la figura 1 el esquema de solución nos muestra el flujo que lleva todo el proceso, como comienza con la entrada de texto por parte del usuario y el flujo que continua para poder responder lo que haya preguntado el usuario recolectando información en todo lo que le han suministrado.

7. ALCANCES

La investigación se centrará en evaluar la eficacia de un chatbot impulsado por inteligencia artificial en la gestión de trámites y el acceso a información sobre beneficios estudiantiles en una universidad específica. Este estudio no buscará resolver todos los problemas administrativos de la universidad, sino que se limitará a investigar cómo la implementación de un chatbot puede mejorar la eficiencia y la satisfacción del estudiante en relación con trámites específicos. Se examinarán los efectos directos de la tecnología en la reducción de tiempos de respuesta y en la precisión de la información proporcionada, dejando de lado otros aspectos operativos o administrativos más amplios de la institución.

Técnicamente, el proyecto se centrará en el desarrollo y la implementación de un chatbot utilizando tecnologías de procesamiento de lenguaje natural, específicamente el algoritmo BERT, para gestionar y responder consultas relacionadas con trámites universitarios. La implementación se llevará a cabo en la plataforma de la universidad, con integración en el sistema de información estudiantil existente, asegurando que el chatbot pueda acceder y recuperar información relevante de manera segura y eficiente. Este alcance técnico excluye el desarrollo de aplicaciones móviles o integraciones con sistemas externos no relacionados directamente con los trámites estudiantiles.

En términos de resultados, el proyecto anticipa demostrar un aumento en la eficiencia de la gestión de trámites universitarios medido por una reducción en el tiempo medio de respuesta a las consultas de los estudiantes. Además, se espera que la implementación del chatbot mejore la tasa de satisfacción estudiantil en cuanto a la accesibilidad y precisión de la información

administrativa. Los resultados incluirán análisis de datos de interacción del chatbot, feedback de los usuarios, y estudios comparativos del rendimiento antes y después de la implementación del chatbot. Se excluirán del alcance del estudio los cambios en la política interna de la universidad que no estén directamente relacionados con la implementación del chatbot.

- Reducción del Tiempo de Respuesta: medición y documentación de la reducción en el tiempo medio de respuesta a las consultas de los estudiantes gracias al uso del chatbot.
- Mejora en la Satisfacción Estudiantil: evaluación de la satisfacción de los estudiantes a través de encuestas pre y post implementación, centradas en la accesibilidad y precisión de la información proporcionada por el chatbot.
- Análisis de Interacciones del Chatbot: compilación y análisis de datos sobre las interacciones entre los estudiantes y el chatbot, incluyendo frecuencia de uso, tipos de consultas realizadas y tasa de resolución en el primer contacto.
- Estudio Comparativo del Rendimiento: comparación del rendimiento administrativo antes y después de la implementación del chatbot para evaluar mejoras específicas atribuibles al proyecto.
- Feedback de Usuarios: recolección y análisis de comentarios y críticas de los usuarios sobre la funcionalidad y utilidad del chatbot, para identificar áreas de mejora y ajustar la herramienta según sea necesario.

8. MARCO TEÓRICO

8.1. Tipos de chatbots

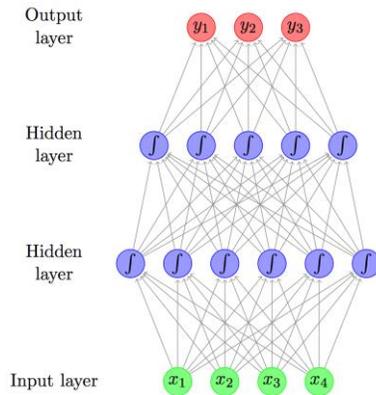
La mayoría de las veces, las personas dividen los chatbots en dos categorías principales: los basados en reglas y los bots de IA. En los siguientes incisos se describen los diferentes modelos de chatbots que existen en la actualidad.

8.1.1. Chatbots Basados en Procesamiento del Lenguaje Natural (NLP)

Park et al. (2022) Los chatbots que utilizan procesamiento del lenguaje natural (NLP) están diseñados para simular conversaciones humanas de manera que puedan entender y responder a entradas en lenguaje natural. Estos chatbots funcionan a través de modelos de NLP que descomponen y analizan el lenguaje humano utilizando técnicas como tokenización, análisis sintáctico y semántico. La inteligencia artificial, especialmente el aprendizaje profundo, juega un papel crucial aquí, empleando redes neuronales para interpretar y generar lenguaje que se asemeje al humano.

Los Chatbots NLP se utilizan en una variedad de aplicaciones, desde asistentes virtuales personales como Siri y Google Assistant hasta chatbots corporativos que proporcionan soporte al cliente o realizan tareas administrativas. Su habilidad para procesar y responder en lenguaje humano los hace ideales para interfaces donde se desea una interacción fluida y natural.

Figura 2.
Feed-Forward Neural Networks



Nota. Redes neuronales artificiales de retroalimentación. Obtenido de J. Brownlee (2020). *Primer on neural network models for natural language processing* [Introducción a los modelos de redes neuronales para el procesamiento del lenguaje natural]. (<https://machinelearningmastery.com/primer-neural-network-models-natural-language-processing/>), consultado el 24 de septiembre de 2024. De dominio público.

8.1.2. Natural Language Understanding (NLU)

Esta tecnología permite al chatbot comprender la intención del usuario y el contexto de la conversación. Utiliza modelos de AI para descomponer y analizar las entradas de texto, identificando elementos clave como intenciones y entidades para generar una respuesta adecuada.

8.1.3. Natural Language Generation (NLG)

Una vez que se comprende la intención del usuario, la NLG ayuda a formular respuestas que son coherentes y contextualmente relevantes. Utiliza

estructuras de datos y lógica predefinidas para construir respuestas que no solo son correctas sino también naturales y fluidas.

8.1.4. Chatbots Basados en Reconocimiento de Patrones

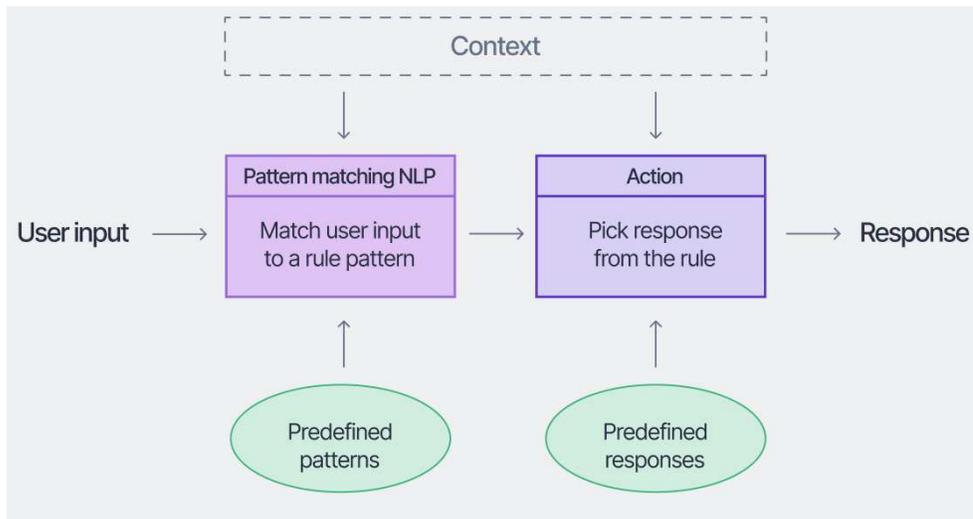
Estos chatbots utilizan algoritmos de reconocimiento de patrones y aprendizaje automático para identificar patrones en las interacciones de los usuarios. Estos patrones pueden incluir desde comportamientos de usuario hasta tipos específicos de consultas o problemas comunes. El reconocimiento de patrones en chatbots se basa en algoritmos de machine learning que clasifican y predicen la intención del usuario analizando datos de entrada. Entrenan modelos sobre grandes conjuntos de datos para identificar patrones y correlaciones que no son inmediatamente evidentes.

Son particularmente útiles en entornos donde los patrones de interacción son complejos o altamente variables. Por ejemplo, en servicios financieros o de salud, donde los chatbots pueden aprender a reconocer señales de consultas fraudulentas o emergencias médicas basándose en interacciones anteriores.

Baheti (2022) cada chatbot funciona utilizando un algoritmo de aprendizaje automático para clasificar el texto basándose en el patrón inherente de la frase y producir una respuesta adecuada. El curador del sistema es responsable de mapear todos los patrones posibles a un conjunto de respuestas posibles. Esta técnica de fuerza bruta que usa el procesamiento del lenguaje natural como núcleo es otro excelente ejemplo de las aplicaciones del reconocimiento de patrones como podemos ver en la figura 3.

Figura 3.

Chatbot: Working under the hood



Nota. Cada chatbot funciona utilizando un algoritmo de aprendizaje automático para clasificar el texto según el patrón inherente de la oración y producir una respuesta adecuada. Obtenido de P. Baheti, (2022). *Pattern Recognition in Machine Learning [Basics & Examples]*. [Reconocimiento de patrones en el aprendizaje automático [conceptos básicos y ejemplos]. (<https://www.v7labs.com/blog/pattern-recognition-guide>)], consultado el 24 de septiembre de 2024. De dominio público.

8.1.5. Chatbots Basados en la Web Semántica

La web semántica permite que los chatbots comprendan y utilicen el significado y la relación de la información disponible en la web. Esto se logra mediante tecnologías que interpretan la información de manera que las máquinas puedan entenderla, como RDF (Resource Description Framework) y OWL (Web Ontology Language).

Estos chatbots son útiles en aplicaciones donde el contexto y la precisión del contenido son críticos, como en la educación o en la investigación legal, donde pueden proporcionar respuestas basadas no solo en consultas directas sino también en la interpretación y relación de datos disponibles en diversas fuentes.

8.1.6. Chatbots Basados en Minería de Datos

Utilizan técnicas de minería de datos para analizar y aprender de grandes volúmenes de interacciones pasadas. Esto les permite identificar tendencias, predecir comportamientos de usuario y optimizar sus respuestas basándose en datos históricos.

Son efectivos en sectores como el e-commerce y la gestión de relaciones con clientes, donde pueden anticipar necesidades de los usuarios y ofrecer soluciones proactivamente basadas en comportamientos pasados.

Estos tipos de chatbots representan la vanguardia de la interacción automatizada, ofreciendo soluciones sofisticadas que mejoran significativamente la experiencia del usuario y la eficiencia operativa en numerosos campos.

8.2. Interacción Humano-Computador

La interacción humano-computador es un campo vital que estudia cómo las personas interactúan con los sistemas informáticos, y es fundamental para diseñar experiencias de usuario que sean eficaces, eficientes y satisfactorias. Dentro de este amplio campo, diversos subtemas abordan desde los principios teóricos hasta las aplicaciones prácticas que mejoran la interacción entre humanos y máquinas. Se explorarán aspectos clave como los principios

fundamentales de la interacción humano-computador, la base científica y teórica de la interacción, y cómo las teorías psicológicas y cognitivas se aplican prácticamente para mejorar el diseño de interfaces de usuario y sistemas interactivos.

8.2.1. Principios de la interacción humano-computadora

Los principios de la interacción humano-computadora ofrecen guías esenciales para diseñar interfaces que promuevan una interacción efectiva y agradable entre usuarios y sistemas tecnológicos. Estos principios se fundamentan en teorías y prácticas probadas que aseguran la usabilidad y accesibilidad de las interfaces digitales. Se explorará cómo estas bases teóricas se traducen en estrategias prácticas, enfocándose en la aplicación de teorías psicológicas y cognitivas que influyen directamente en la experiencia del usuario y optimizan el diseño de sistemas interactivos.

8.2.1.1. Teoría y Práctica de HCI

MacKenzie (2013) destaca la importancia crítica de un enfoque empírico en el estudio de la interacción humano-computadora (HCI). Al analizar exhaustivamente cómo los usuarios interactúan con diversas tecnologías, MacKenzie impulsa la necesidad de una fusión entre teoría robusta y aplicación práctica. Argumenta que comprender las respuestas humanas a interfaces tecnológicas permite a los diseñadores crear productos más intuitivos y accesibles, fundamentales en la era digital. Este enfoque no solo identifica problemas comunes, sino que también orienta hacia soluciones innovadoras, fundamentadas en evidencia empírica y análisis detallado del comportamiento del usuario. La integración de métodos cuantitativos y cualitativos, como estudios de observación y pruebas de usabilidad, proporciona insights profundos sobre la

eficacia de las interfaces y cómo estas pueden ser mejoradas para aumentar la satisfacción y la eficiencia del usuario.

8.2.1.2. Fundamentos Científicos y Teóricos

MacKenzie (2013) aborda los fundamentos científicos y teóricos de HCI profundiza en cómo las teorías psicológicas y cognitivas influyen directamente en el diseño de interacciones efectivas. Explorando conceptos como la percepción visual, la memoria de trabajo, y la carga cognitiva, MacKenzie ilustra cómo estos aspectos psicológicos deben guiar el diseño de interfaces. Explica que un diseño efectivo debe facilitar la forma en que la información es procesada por el cerebro humano, mejorando así la interacción general con la tecnología. Los modelos mentales, que son representaciones internas de cómo funcionan las cosas en el mundo real, juegan un papel crucial en cómo los usuarios interactúan con las tecnologías. Al alinear el diseño de la interfaz con estos modelos mentales, los diseñadores pueden reducir la curva de aprendizaje y minimizar la frustración del usuario, mejorando la usabilidad y la experiencia general.

8.2.1.3. Aplicación Práctica de Teorías Psicológicas y Cognitivas

MacKenzie (2013) aborda la aplicación práctica de principios psicológicos para diseñar mejores sistemas de HCI. La discusión sobre la carga cognitiva es particularmente relevante, ya que describe cómo interfaces bien diseñadas pueden ayudar a gestionar la atención del usuario y evitar el sobrecargo informativo. Además, examina cómo el entendimiento de los principios de la psicología del color y la ergonomía visual puede ser aplicado para diseñar interfaces que sean tanto estéticamente agradables como funcionalmente eficientes. MacKenzie también toca la importancia de la retroalimentación táctil y

auditiva en la creación de respuestas intuitivas por parte de las interfaces, facilitando así una interacción más natural y menos mecánica con la tecnología.

8.3. Algoritmos Específicos Utilizados en Chatbots

Los algoritmos específicos utilizados en chatbots son cruciales para su capacidad de entender y responder de manera efectiva a las interacciones humanas. Estos algoritmos abarcan desde técnicas de procesamiento del lenguaje natural hasta modelos avanzados de aprendizaje automático que permiten a los chatbots aprender de interacciones pasadas y mejorar continuamente. Se explorarán diversos algoritmos como Secuencia a Secuencia (Seq2Seq), Matching de Patrones, y LSTM (Long Short-Term Memory), analizando cómo cada uno contribuye a la funcionalidad y eficacia de los chatbots en diversos contextos.

8.3.1. Secuencia a Secuencia (Seq2Seq)

Pardeshi et al. (2020) Este modelo transforma secuencias de entrada en secuencias de salida utilizando redes neuronales recurrentes (RNN), específicamente con unidades LSTM o GRU para manejar dependencias a largo plazo. Se emplea ampliamente en aplicaciones como la traducción automática y el modelado de conversaciones. La estructura del modelo Seq2Seq incluye un codificador que procesa la entrada y un decodificador que genera la salida, facilitando así la adaptación dinámica a la longitud de la entrada y salida.

Yin & Wan (2022) describe el proceso de evaluación de los errores en los textos generados por modelos Seq2Seq usando anotaciones manuales. Los anotadores identifican y etiquetan los errores en las oraciones generadas,

clasificándolos según su tipo y severidad. Luego, se calcula un puntaje de error para cada tipo usando la siguiente fórmula:

$$EScore_t = \frac{\sum_{e \in E_t} \alpha_e * L_e}{word_{count}}$$

donde E_t es el conjunto de todos los segmentos de error del tipo t , α_e es la proporción de deducción asignada según la severidad del error, y L_e es la longitud en palabras del error. La puntuación total del sistema se calcula como:

$$Score = (1 - \sum_{t \in T} EScore_t) * 100$$

Esto permite evaluar el rendimiento general del modelo en la generación de texto basada en datos, resaltando la efectividad de los modelos Seq2Seq en diversas configuraciones y tareas.

8.3.2. Matching de Patrones

Pardeshi et al. (2020) Los chatbots que utilizan este algoritmo almacenan preguntas y respuestas en una base de datos, utilizando el matching de patrones para recuperar respuestas basadas en la similitud con la consulta del usuario. Este enfoque es común en los sistemas basados en reglas donde cada entrada del usuario se compara con un conjunto de patrones predefinidos para encontrar la coincidencia más cercana, lo que resulta en una respuesta rápida y directa.

8.3.3. LSTM (Long Short-Term Memory)

Pardeshi et al. (2020) Las LSTM son una mejora de las RNN tradicionales, diseñadas para evitar el problema de desvanecimiento del gradiente al mantener información en 'celdas' que pueden retener o descartar información a lo largo del tiempo. Esto las hace ideales para aplicaciones como el procesamiento del lenguaje natural, donde es crucial mantener el contexto de frases largas o conversaciones para generar respuestas coherentes y contextuales.

8.3.4. Naive Bayes

Pardeshi et al. (2020) Este algoritmo clasificador se basa en el teorema de Bayes y es efectivo en tareas de clasificación debido a su simplicidad y eficacia. En el contexto de los chatbots, se utiliza para clasificar las intenciones del usuario a partir de su entrada y seleccionar la respuesta más probable. Naive Bayes es particularmente útil cuando los conjuntos de datos son grandes y la velocidad es esencial.

Peling et al. (2017) el algoritmo Naïve Bayes es un método probabilístico utilizado para clasificar clases en un conjunto de datos. Se basa en el análisis estadístico, comenzando con una probabilidad inicial estimada de los datos de entrenamiento. Para cada parámetro, se determina la probabilidad en función de esta probabilidad inicial. Este método es matemáticamente sencillo ya que no implica multiplicaciones de matrices ni optimización numérica, siendo eficiente para grandes volúmenes de datos y manteniendo un alto grado de precisión.

$$P(H|E) = \frac{P(E|H) \times P(H)}{P(E)}$$

- Las probabilidades se definen como:
 - $P(H|E)$: Probabilidad condicional
 - $P(E|H)$: Probabilidad de un parámetro E dado una hipótesis H
 - $P(H)$: Probabilidad previa de la hipótesis H
 - $P(E)$: Probabilidad previa del parámetro E

- Ventajas del Bayes Naive:
 - Maneja datos cuantitativos y discretos.
 - Requiere poca cantidad de datos de entrenamiento para la estimación de parámetros.
 - Ignora los valores perdidos en el cálculo de probabilidades estimadas.
 - Eficiencia en velocidad y espacio.
 - Robusto ante atributos irrelevantes.

- Desventajas:
 - No es aplicable si la probabilidad condicional es cero, pues predice probabilidad cero.

- Supone que las variables son independientes.

8.3.5. Modelo de Interferencia de Emociones Híbridas (HEIM)

Pardeshi et al. (2020) El HEIM utiliza una combinación de análisis de asignación de temas mediante LDA y el modelado de secuencias con LSTM para entender no solo el contenido textual, sino también el contexto emocional y tonal de las interacciones. Esto permite a los chatbots responder de manera más empática y ajustada al estado emocional del usuario, mejorando la calidad de la interacción y la satisfacción del usuario.

9. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ÍNDICE DE TABLAS

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS

OBJETIVOS

MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. ANTECEDENTES

2. MARCO TEORICO

2.1. Tipos de chatbots

2.1.1. Chatbots Basados en Procesamiento del Lenguaje Natural (NLP)

2.1.2. Natural Language Understanding (NLU)

2.1.3. Natural Language Generation (NLG)

2.1.4. Chatbots Basados en Reconocimiento de Patrones

2.1.5. Chatbots Basados en la Web Semántica

2.1.6. Chatbots Basados en Minería de Datos

2.2. Interacción Humano-Computador

2.2.1. Principios de la interacción humano-computadora

2.2.1.1. Teoría y Práctica de HCI

2.2.1.2. Fundamentos Científicos y Teóricos

2.2.1.3. Aplicación Práctica de Teorías
Psicológicas y Cognitivas

- 2.3. Algoritmos Específicos Utilizados en Chatbots
 - 2.3.1. Secuencia a Secuencia (Seq2Seq)
 - 2.3.2. Matching de Patrones
 - 2.3.3. LSTM (Long Short-Term Memory)
 - 2.3.4. Naive Bayes
 - 2.3.5. Modelo de Interferencia de Emociones Híbridas (HEIM)

3. PRESENTACION DE RESULTADOS

- 3.1. Análisis Descriptivo de los Datos
 - 3.1.1. Distribución de las respuestas del chatbot.
 - 3.1.2. Tiempos de respuesta y eficiencia procesal.
 - 3.1.3. Frecuencia y tipos de errores detectados.
- 3.2. Resultados del Análisis Inferencial
 - 3.2.1. Comparación de la eficiencia entre el chatbot y métodos tradicionales.
 - 3.2.2. Análisis de la satisfacción del usuario.
 - 3.2.2.1. Comparación antes y después de la implementación del chatbot.
 - 3.2.2.2. Diferencias entre grupos de usuarios (estudiantes vs. personal administrativo).
- 3.3. Evaluación de la Tasa de Aprobación y Rechazo
 - 3.3.1. Resultados de la tasa de aprobación/rechazo por el chatbot.
 - 3.3.2. Comparativa con el sistema de gestión tradicional.
- 3.4. Impacto del Chatbot en la Eficiencia Administrativa

- 3.4.1. Cambios en el tiempo de procesamiento de trámites.
 - 3.4.2. Mejoras en la gestión de solicitudes.
 - 3.5. Satisfacción del Usuario
 - 3.5.1. Niveles de satisfacción general con el chatbot.
 - 3.5.2. Percepciones de la utilidad y facilidad de uso del chatbot.
 - 3.6. Interpretación de los resultados del análisis.
 - 3.7. Conclusiones y Recomendaciones
- 4. DISCUSION DE RESULTADOS
 - 4.1. Impacto del Algoritmo BERT en la Precisión y Eficiencia del Chatbot en el Procesamiento de Solicitudes Estudiantiles
 - 4.2. Desafíos y Soluciones en la Implementación de Chatbots para la Gestión de Trámites Universitarios
 - 4.3. Evaluación de la Interacción Estudiante-Chatbot en la Mejora del Acceso y Comprensión de Servicios Universitarios

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANEXOS

10. METODOLOGÍA

10.1. Características del estudio

El estudio es de tipo mixto, lo que implica que se centrará en entender fenómenos relacionados con la experiencia humana desde la perspectiva de los usuarios finales. En este caso, explorará cómo los estudiantes y el personal administrativo perciben e interactúan con el chatbot, buscando comprender en profundidad las motivaciones, opiniones y reacciones frente a la tecnología implementada.

El alcance correlacional del estudio permitirá identificar y analizar las relaciones entre diferentes variables, como la frecuencia de uso del chatbot y el nivel de satisfacción del usuario o la rapidez en la resolución de trámites. Este análisis ayudará a comprender cómo las variables están interrelacionadas y en qué medida cambios en una pueden influir en otra.

El diseño experimental se utilizará para establecer relaciones causales y evaluar los efectos del chatbot en la eficiencia y satisfacción en la gestión de trámites universitarios. Este diseño implicará la implementación controlada del chatbot en un grupo de usuarios, mientras que otro grupo similar no utilizará el chatbot, actuando como grupo de control. Este enfoque permitirá comparar los resultados obtenidos de ambos grupos para determinar el impacto directo del chatbot.

10.2. Unidades de análisis

Estas unidades determinan los elementos específicos que serán examinados y analizados a lo largo del estudio. Se explicará cómo se definen y utilizan las unidades de análisis en el contexto de la implementación de chatbots para trámites universitarios, destacando la importancia de seleccionar las unidades adecuadas para obtener resultados significativos y aplicables.

10.2.1. Transacciones individuales procesadas por el chatbot

Cada interacción o transacción que un estudiante o personal realiza a través del chatbot puede ser analizada para evaluar la eficacia y precisión del sistema.

10.2.2. Usuarios del chatbot

Los estudiantes y el personal administrativo que utilizan el chatbot formarían otra unidad de análisis, permitiendo evaluar la satisfacción y la usabilidad del sistema desde la perspectiva del usuario.

10.2.3. Sesiones de chatbot

Cada sesión individual en la que un usuario interactúa con el chatbot, desde el inicio hasta el cierre de la sesión, puede ser examinada para entender mejor los patrones de uso y los posibles puntos de fricción.

10.3. Variables

Una variable es un símbolo que representa un valor cambiante dentro de una fórmula, ecuación o planteamiento lógico. Las variables sirven para introducir en un cálculo o una fórmula un elemento indeterminado, cuyo valor no se conoce.

Tabla 1.

Variables en estudio

Variable	Definición teórica	Definición operativa
Tasa de Aprobación/ Rechazo	Proporción de solicitudes tramitadas que resultan aprobadas o rechazadas por el sistema	Porcentaje de todas las solicitudes manejadas por el chatbot que son aprobadas versus las que son rechazadas durante un período determinado.
Tiempo de Procesamiento de Solicitudes	Duración promedio que toma procesar y completar una solicitud desde su inicio hasta su conclusión	Medición en minutos o horas del tiempo que toma al chatbot completar una solicitud desde que el usuario la inicia hasta que recibe una respuesta final.
Tasa de Error en la Evaluación Crediticia	Frecuencia de errores cometidos por el chatbot al evaluar solicitudes de crédito o trámites similares	Proporción de todas las evaluaciones crediticias realizadas por el chatbot que resultan ser incorrectas, medido a través de comparaciones con evaluaciones estándar o revisión experta.
Exactitud en la Evaluación	Grado en que las evaluaciones realizadas por el chatbot coinciden con los estándares o criterios establecidos como correctos	Porcentaje de casos en que las decisiones tomadas por el chatbot sobre las solicitudes están en concordancia con las decisiones que un experto humano consideraría correctas.

Nota. En esta investigación todas las variables son independientes. Elaboración propia, realizado con Excel.

10.4. Fases de estudio

La metodología de un estudio delinear  las fases críticas necesarias para la recolección, análisis y presentación de datos. Cada fase está diseñada con el propósito de asegurar la integridad y validez del estudio, permitiendo un seguimiento sistemático del progreso y la eficacia de la investigación. Se describirán las fases clave que estructuran el estudio sobre la implementación de chatbots en trámites universitarios, destacando cómo cada una contribuye a alcanzar los objetivos investigativos planteados.

10.4.1. Planificación y Diseño del Estudio

Se definen los objetivos y se formulan las hipótesis del estudio. Se selecciona un diseño experimental para evaluar el impacto del chatbot comparado con métodos convencionales, definiendo así las variables clave y los grupos de control.

10.4.2. Desarrollo y Prueba del Chatbot

Se desarrolla y configura el chatbot de acuerdo con los requisitos específicos del estudio. Se realizan pruebas para garantizar que el sistema funciona adecuadamente y cumple con los objetivos establecidos.

10.4.3. Recolección de Datos

El chatbot se implementa en un entorno controlado para comenzar la recopilación de datos sobre su rendimiento y la interacción con los usuarios, incluyendo métricas como tiempos de respuesta y tasas de error.

10.4.4. Análisis de Datos

Se emplean métodos estadísticos para analizar los datos recogidos, evaluando la eficacia y eficiencia del chatbot y comparando los resultados con el grupo control para verificar las hipótesis.

10.4.5. Evaluación de Impacto y Satisfacción

Se evalúa el impacto del chatbot mediante encuestas de satisfacción y entrevistas para recoger opiniones y percepciones directas de los usuarios sobre la efectividad del sistema.

10.4.6. Reporte y Difusión de Resultados

Se redacta el informe final de la investigación, incluyendo hallazgos, conclusiones y recomendaciones. Se preparan materiales para presentaciones o publicaciones, con el fin de compartir los resultados con la comunidad académica y otras partes interesadas

10.5. Técnicas de recolección de datos

Se explorarán las distintas metodologías empleadas para recoger datos en el estudio de la implementación de chatbots en trámites universitarios, detallando cómo cada técnica facilita la captura de información crucial para la evaluación del sistema.

10.5.1. Encuestas Online

Las encuestas online son herramientas eficientes para obtener información de una amplia base de usuarios de manera rápida y a bajo costo. Se diseñarán cuestionarios que incluyan preguntas cerradas para estadísticas descriptivas y preguntas abiertas para recoger opiniones y comentarios detallados. Esto permitirá medir aspectos como la satisfacción del usuario, la eficiencia percibida del chatbot, y la calidad de la interacción.

10.5.2. Entrevistas Semiestructuradas

Las entrevistas semiestructuradas ofrecen la flexibilidad de explorar temas en profundidad mientras se guía a los participantes a través de un conjunto de temas predefinidos. Estas entrevistas serán fundamentales para entender las experiencias personales, las expectativas cumplidas o no, y las sugerencias de mejoras por parte de estudiantes y personal administrativo. Además, proporcionarán contextos y matices que los datos cuantitativos solos no pueden ofrecer.

10.5.3. Análisis de Logs del Chatbot

Analizar los registros de interacción con el chatbot proporcionará datos objetivos sobre su funcionamiento. Esto incluye frecuencias de uso, duración de las sesiones, tipos de preguntas más frecuentes, errores cometidos por el chatbot, y la efectividad de las respuestas dadas. Este análisis permitirá identificar patrones de uso y áreas específicas para mejoras técnicas y de contenido.

11. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

El análisis descriptivo implica la utilización de estadísticas básicas para describir y resumir los datos. Se calcularán medias, medianas, modas, varianzas y desviaciones estándar para proporcionar una visión general clara de las características fundamentales de los datos, como tiempos de respuesta del chatbot y tasas de satisfacción del usuario. El análisis descriptivo es esencial para identificar tendencias iniciales y patrones en los datos, facilitando la interpretación preliminar antes de proceder a análisis más complejos.

Las pruebas t de Student y ANOVA se emplearán para comparar medias entre dos o más grupos, respectivamente. La prueba t de Student se usará para comparar dos grupos (por ejemplo, usuarios que usaron el chatbot versus los que no lo hicieron) en términos de satisfacción o eficacia percibida, mientras que ANOVA se utilizará cuando más de dos grupos estén involucrados. Estas técnicas son cruciales para determinar si las diferencias observadas en las variables de estudio son estadísticamente significativas, proporcionando una base sólida para inferencias sobre la efectividad del chatbot.

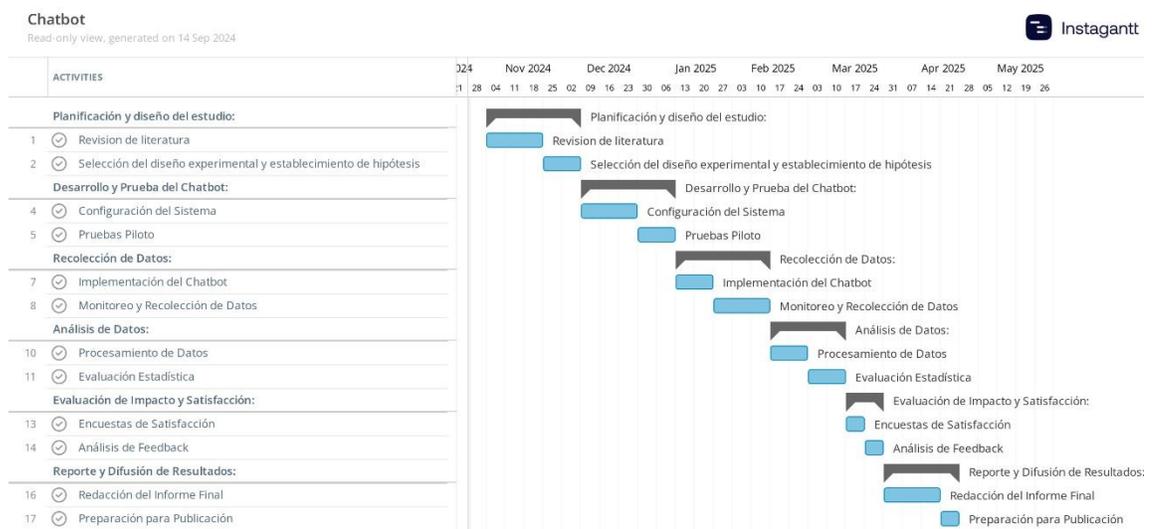
En el análisis de regresión se realizarán análisis de regresión para explorar las relaciones entre múltiples variables independientes y una variable dependiente. Por ejemplo, se podría analizar cómo variables como la frecuencia de uso del chatbot y características demográficas del usuario afectan su nivel de satisfacción. El análisis de regresión ayuda a identificar los principales predictores de resultados importantes y a entender la dinámica entre diversas variables de interés en el estudio.

Para llevar a cabo estos análisis, se utilizará software estadístico avanzado como R. Esta tecnología no solo facilita el análisis de grandes volúmenes de datos, sino que también ofrece herramientas para la realización de pruebas estadísticas complejas, garantizando precisión y eficiencia en el tratamiento de los datos recopilados en la investigación.

12. CRONOGRAMA

Figura 4.

Cronograma de actividades



Nota. Diagrama de Gantt. Elaboración propia, realizado con Project.

13. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

13.1. Factibilidad técnica

Esta evaluación es crucial para garantizar que el proyecto se pueda llevar a cabo sin impedimentos técnicos significativos. Se discutirá cómo la infraestructura tecnológica, el software, y la experiencia del personal soportan la implementación y operación efectiva del chatbot en el contexto universitario.

13.1.1. Acceso a Tecnología de Chatbots

Se evaluará la disponibilidad de plataformas tecnológicas que soporten el desarrollo y despliegue de chatbots. Esto incluye software especializado como plataformas de inteligencia artificial y procesamiento del lenguaje natural que pueden ser necesarios para el desarrollo del chatbot. La elección de la plataforma dependerá de la compatibilidad con los sistemas de información existentes de la universidad.

13.1.2. Infraestructura Tecnológica

La infraestructura de TI de la universidad debe ser suficiente para soportar la integración y el funcionamiento continuo del chatbot. Esto implica servidores robustos, conexiones de red estables y seguridad cibernética adecuada para manejar y proteger los datos de los estudiantes y los procesos administrativos.

13.1.3. Capacidades de Desarrollo

Se requiere contar con un equipo de desarrollo competente que tenga experiencia en inteligencia artificial, desarrollo de software, y específicamente en tecnologías de chatbots. Esto puede incluir tanto recursos internos como la posible contratación de consultores externos o colaboraciones con empresas tecnológicas.

13.1.4. Soporte y Mantenimiento

Es esencial planificar el soporte continuo y el mantenimiento del sistema de chatbot para asegurar su funcionalidad a lo largo del tiempo. Esto incluye actualizaciones regulares del software, solución de problemas técnicos y adaptaciones al sistema conforme cambien las necesidades de los usuarios y la institución.

13.2. Factibilidad financiera

En la tabla 2 podemos observar los costos estimados para la investigación, teniendo un total aproximado de \$16,320 luego de los 6 meses de duración.

La investigación se realizará con fondos propios y se cuenta con la solvencia financiera para los mismos.

Tabla 2.*Factibilidad financiera*

Categoría	Detalle	Costo estimado
Recursos Humanos	Salario de investigador	\$ 6000
	Salario de desarrollador	\$ 9000
Tecnología y Software	Suscripción DialogFlow	\$ 120
	Suscripción SPSS	\$ 600
Servidores	AWS EC2 t.2 small	\$ 100
Gastos Diversos	Incentivos para participantes en encuestas	\$ 300
	Gastos imprevistos y emergencias	\$ 200
	Total	\$ 16320

Nota. Los costos pueden variar. Elaboración Propia, realizado con Excel.

REFERENCIAS

- Baheti, P. (13 de septiembre de 2022). *Pattern Recognition in Machine Learning [Basics & Examples]* [Reconocimiento de patrones en el aprendizaje automático [conceptos básicos y ejemplos]. V7 labs. <https://www.v7labs.com/blog/pattern-recognition-guide>
- Galván, C. y Calderón, D. (2024). De la educabilidad a la Aceptación de la tecnología y alfabetización en Inteligencia Artificial: validación de un instrumento. *Digital Education Review*, 45, 8-14. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9624294>
- Lucana, Y. y Roldan, W. (2023). Chatbot basado en inteligencia artificial para la educación escolar. *Horizontes. Revista De Investigación En Ciencias De La Educación*, 7(29), 1580–1592. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v7i29.614>
- MacKenzie, I. (2013). *Human-Computer Interaction. An Empirical Research Perspective* [Interacción persona-computadora. Una perspectiva de investigación empírica]. ELSEVIER. <https://library.emaan.edu.pk/dashboard/Book/ebook/book/HumanComputer%20Interaction%20An%20Empirical%20Research%20Perspective.pdf>
- Mellado, R., Antonio Faúndez, A. y Blanco, M. (2020). Effective Learning of Tax Regulations using Different Chatbot Techniques [Aprendizaje efectivo de la normativa tributaria mediante diferentes técnicas de Chatbot]. *Advances*

in Science, Technology and Engineering Systems Journal, 5(6), 439-446.
[Effective Learning of Tax Regulations using Differ.pdf](#)

Moral, S., Ruiz, F. y Cebrián, M. (2023). Analysis of artificial intelligence chatbots and satisfaction for learning in mathematics education [Análisis de chatbots de inteligencia artificial y satisfacción por el aprendizaje en educación matemática]. *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*, 20, 1–14. <https://doi.org/10.46661/ijeri.8196>

Múnera, M., Salazar, L. y Osorio, A. (2022). Estudio inicial de un chatbot para estudiantes de la modalidad virtual de la Escuela Interamericana de Bibliotecología. *INVESTIGACIÓN BIBLIOTECOLÓGICA*, 36(90), 13-30. <https://www.scielo.org.mx/pdf/ib/v36n90/2448-8321-ib-36-90-13.pdf>

Pardeshi, S., Ovhal, S., Shinde, P., Bansode, M., Birajdar, A. (2020). A survey on Different Algorithms used in Chatbot [Una encuesta sobre diferentes algoritmos utilizados en Chatbot]. *IRJET*, 07(05), 6092-6098. [\[PDF\] A survey on Different Algorithms used in Chatbot | Semantic Scholar](#)

Park, D., Jeong, S. & Seo, Y. (2022). Systematic review on chatbot techniques and applications [Revisión sistemática sobre técnicas y aplicaciones de chatbot]. *Journal of Information Processing Systems*, 18(1), 26-47.

Peling, I., Arnawan, I., Arthawan, I. & Janardana, I. (2017). Implementation of Data Mining To Predict Period of Students Study Using Naive Bayes [Implementación de minería de datos para predecir el período de estudio de los estudiantes utilizando Naive Bayes]. *The 6th International Conference on Software Engineering & Computer Systems*, 769. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/769/1/012039/pdf>

Yin, X. & Wan, X. (2022). How Do Seq2Seq Models Perform on End-to-End Data-to-Text Generation? [¿Cómo funcionan los modelos Seq2Seq en la generación de datos a texto de un extremo a otro?]. *Proceedings of the 60th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*, 1, 7701-7710. [How Do Seq2Seq Models Perform on End-to-End Data-to-Text Generation? - ACL Anthology](#)

