



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador | Sede
Ambato

ESCUELA DE INGENIERÍAS

Tema:

**API DE *OPENAI* PARA UN ASISTENTE ROBOT PROGRAMADO EN ENTORNO
WEB**

**Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero en
Sistemas de Información**

Línea de Investigación:

TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN

Autor:

Diego Fernando Segovia Escobar

Director:

Mg. Santiago Alejandro Acurio Maldonado

Ambato – Ecuador

Marzo 2024

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo: **DIEGO FERNANDO SEGOVIA ESCOBAR**, con cédula de ciudadanía **0503342982**, autor del trabajo de graduación intitulado: "API DE *OPENAI* PARA UN ASISTENTE ROBOT PROGRAMADO EN ENTORNO WEB", previa a la obtención del título profesional de **INGENIERO EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN**, en la escuela de **INGENIERÍAS**.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través del sitio web de la Biblioteca de la PUCE Ambato, el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de la Universidad.

Ambato, marzo 2024



Diego Fernando Segovia Escobar

CC. 0503342982

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
SEDE AMBATO
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Tema:

**API DE OPENAI PARA UN ASISTENTE ROBOT PROGRAMADO EN ENTORNO
WEB**

Línea de Investigación:

TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN

Autor:

Diego Fernando Segovia Escobar

Santiago Alejandro Acurio Maldonado, Ing. Mg.
CC. 0501649180

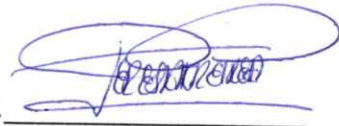
f.



CALIFICADOR

Teresa Milena Freire Aillón, Ing. Mg.

f.



CALIFICADOR

Darío Javier Robayo Jácome, Ing. Mg.

f.



CALIFICADOR

Galo Mauricio López Sevilla, Ing. Mg.


f.



DIRECTOR ESCUELA DE INGENIERÍAS

Diego Gonzalo Coca Chanalata, Dr.

f.



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador
SECRETARÍA GENERAL
PROCURADURÍA

SECRETARIO GENERAL PUCESA

Ambato – Ecuador

Marzo 2024

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de investigación con profunda devoción. A mis padres, cuyo amor, sacrificio y aliento constante han sido la fuerza impulsora en cada paso de mi trayectoria académica. Dedicó a mis amigos, profesores y a mi querido hermano. Su apoyo incondicional y valiosa orientación son esenciales para completar este proyecto. Esta dedicación es a todos ustedes que han sido mi inspiración y apoyo a lo largo de este viaje y han contribuido significativamente a mi crecimiento profesional y personal. Tu presencia ha marcado una gran diferencia y esta victoria nos pertenece tanto a ti como a mí. ¡Compartamos juntos este logro!

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a Dios, quien me ha otorgado la fuerza y la capacidad para enfrentar con fe y sabiduría las dificultades que se han presentado a lo largo de este camino lleno de enseñanzas y aprendizajes. Agradezco a cada miembro de mi familia, especialmente a mis padres, por ser mi pilar fundamental, apoyándome en todo momento para seguir y concluir con éxito mi carrera universitaria. Además, quiero ampliar mi agradecimiento a mi hermano, cuyo apoyo incondicional ha sido esencial en cada paso de esta travesía.

Mi profundo agradecimiento se extiende a los docentes de la escuela de Ingeniería en Sistemas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato. Quiero reconocer de manera especial al Mg. Santiago Acurio Maldonado, tutor principal de mi proyecto de investigación, por su invaluable orientación y apoyo. Además, agradezco a la Ingeniera Teresa Freire, cuya colaboración fue fundamental para el desarrollo de la tesis. También, al ingeniero Patricio Medina y al ingeniero Darío Robayo, quienes me guiaron en ciertas partes cruciales del proyecto.

Agradezco a Dios por haberme dado la vida, el conocimiento y la paciencia a lo largo de todos estos años de preparación personal y profesional. Mis más sinceros agradecimientos a todas las personas que, con su apoyo y confianza, hicieron posible culminar esta etapa. Esta victoria es el resultado del esfuerzo conjunto de mi familia, amigos, docentes y seres queridos.

¡Muchas gracias a todos por formar parte de este importante logro en mi vida!

RESUMEN

El proyecto se enfoca en el desarrollo de un asistente robot, usando la API de OpenAI para que tenga la capacidad de procesar lenguaje natural, específicamente usando los modelos GPT y Chispar. La necesidad de esta investigación radica por la demanda de soluciones tecnológicas que pueden mejorar la interacción y funcionalidad de los asistentes por medio de herramientas tecnológicas avanzadas. La importancia de la investigación es brindar a la universidad una herramienta moderna que mejore la experiencia de usuario.

El objetivo principal del proyecto es implementar la API de OpenAI para un asistente robot programado en entorno web, optimizando interacción de las personas con el robot. La metodología que se emplea en esta investigación tiene un enfoque mixto debido a que usa instrumentos de investigación cualitativos y cuantitativos, en la que se incluye también la metodología de desarrollo SCRUM, esto permitirá una gestión eficiente para llevar a cabo el desarrollo del proyecto y la entrega oportuna de resultados.

Para el proyecto se usan diversas herramientas como son el lenguaje Java Script, Nodo JS, Johnny-Five, entre otras para el funcionamiento del robot. Los resultados del proyecto se destacan por la eficacia de la API para lograr la interacción fluida y natural con el asistente y los usuarios. Se espera la mejora de las respuestas y la satisfacción del usuario con el asistente robot, además de servir de modelo para futuros proyectos de implementación de inteligencia artificial.

Palabras clave: asistente robot, *api openai, gpt, whisper*, inteligencia artificial, *_java script*

ABSTRACT

The project focuses on the development of an assistant robot, using the OpenAI API to have the ability to process natural language, specifically using the GPT and Whisper models. The need for this research lies in the demand for technological solutions that can improve the interaction and functionality of attendees through advanced technological tools. The importance of research is to provide the university with a modern tool that improves the user experience.

The main objective of the project is to implement the OpenAI API for an assistant robot programmed in a web environment, optimizing the user experience. The methodology used in this research has a mixed approach because it uses qualitative and quantitative research instruments. Which also includes the SCRUM development methodology, this will allow efficient management to carry out the development of the project and the timely delivery of results.

For the project, various tools are used such as the Java Script language, Node JS, Johnny-Five, among others for the operation of the robot. The results of the project stand out for the effectiveness of the API in achieving fluid and natural interaction with the assistant and users. Improvement in user responses and satisfaction with the robot assistant is expected, in addition to serving as a model for future artificial intelligence implementation projects.

Keywords: robot assistant, OpenAI API, GPT, whisper, artificial intelligence, JavaScript

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. ESTADO DEL ARTE Y LA PRÁCTICA.....	6
1.1. Inteligencia artificial y robótica	6
1.2. API de <i>OpenAI</i> y sus modelos	9
1.3. Implementación de asistentes robots.....	14
CAPÍTULO II. DISEÑO METODOLÓGICO	17
2.1. Caracterización de la institución	17
2.2. Metodología de investigación.....	17
2.3. Metodología de desarrollo.....	21
CAPÍTULO III. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	32
3.1. Pruebas de funcionalidad.....	32
3.2. Validación de la satisfacción de los usuarios	39
CONCLUSIONES.....	45
RECOMENDACIONES	46
BIBLIOGRAFÍA	47
ANEXOS	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Hitos en la historia de la inteligencia artificial y la robótica.....	9
Figura 2. Metodología SCRUM.....	22
Figura 3. Instalación de Node JS y Visual Studio Code.....	25
Figura 4. Diseño de la interfaz de usuario.....	27
Figura 5. Programación y configuración de la API.....	28
Figura 6. Programación y movimiento de motores.....	29
Figura 7. Programación y sincronización de motores.....	30
Figura 8. Integración de componentes en el robot DORIS y diseño del robot.....	31
Figura 9. Preguntas de primer nivel de complejidad.....	34
Figura 10. Preguntas de primer nivel de complejidad.....	35
Figura 11. Preguntas de primer nivel de complejidad.....	38
Figura 12. Gráfica de barras de los resultados de la primera pregunta de la encuesta.....	40
Figura 13. Gráfica de barras de los resultados de la segunda pregunta de la encuesta.....	41
Figura 9. Gráfica de barras de los resultados de la tercera pregunta de la encuesta.....	42
Figura 14. Gráfica de barras de los resultados de la cuarta pregunta de la encuesta.....	43
Figura 15. Gráfica de barras de los resultados de la quinta pregunta de la encuesta.....	44

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Modelos de API de OpenAI.....	11
Cuadro 2. Comparación entre las distintas versiones del modelo GPT.....	12
Cuadro 3. Población de estudiantes para encuestar.....	19

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, en un mundo en donde la tecnología y la inteligencia artificial (IA) están en auge, la interacción de los humanos con las máquinas ha sufrido un cambio enorme. Así lo menciona Quispe (2021):

El avance de la tecnología en todos los ámbitos de nuestra sociedad ha dado como resultado inventos que hacen la vida del ser humano cada día más sencilla y, a medida que pasa el tiempo, estos inventos son mejorados para realizar cada vez más funciones. (p. 312)

Es así, que se está utilizando la inteligencia artificial para ayudar a la sociedad con comodidad y vigor en varios aspectos simplificando la vida cotidiana.

Por otra parte, la *Application Programming Interface* (API) de la empresa OpenAI, se destaca por su capacidad al generar texto coherente y convincente, lo que la convierte en una herramienta invaluable para mejorar la experiencia de los usuarios en la interacción con los asistentes virtuales y *chatbots*. Como dice la empresa OpenAI (2023b) en la documentación: “La API de OpenAI se puede aplicar a prácticamente cualquier tarea que requiera comprender o generar código y lenguaje natural”, los asistentes impulsados por la API de OpenAI, han surgido como tendencia que está revolucionando el mundo.

Desde empresas líderes en Europa hasta empresas tecnológicamente avanzadas en América del Norte y en todo el mundo, las interacciones de inteligencia artificial están cambiando la forma en que se hacen los negocios y las comunicaciones. Como señala Lopezosa (2023), en julio de 2022, Microsoft aseguró acceso exclusivo a la API de OpenAI, permitiéndoles desarrollar una nueva búsqueda basada en IA, incorporando la tecnología en Edge, Bing, Office y Azure. Grandes empresas estadounidenses como Microsoft están utilizando esta tecnología para crear chats usando la API de OpenAI, lo que permite a los usuarios buscar información más nueva y personalizada.

Así también, la proliferación de los asistentes ha generado una notable transformación en la forma en que se interactúa en la era digital. En Ecuador, estos sistemas automatizados se han convertido para varias industrias en una herramienta esencial, independientemente del tamaño o sector. Como señala

Ecuabots (2023), una empresa ecuatoriana de sistemas, los *chatbots* se han utilizado en diversos campos, desde viajes y gastronomía hasta finanzas, agencias gubernamentales, universidades, hospitales, consultorios médicos, empresas de servicios, almacenes, concesionarios de automóviles y más, por lo que se entiende que esta tecnología de IA se ha convertido en una parte importante para las instituciones ecuatorianas.

Otra área de crecimiento en Ecuador es la de los asistentes virtuales de servicios. Estos *chatbots* funcionan como auditorios personales, siendo capaces de buscar información diversa solicitada por el usuario, como datos meteorológicos, condiciones del tráfico o incluso realizar compras y reservas de servicios, como hoteles, información de lugares o restaurantes. Como destaca Ecuabots (2023), las capacidades de estos *chatbots* se expanden constantemente, ofreciendo una amplia gama de servicios que abarcan desde la obtención de ofertas y promociones hasta brindar compañía virtual.

Específicamente en Ambato una de las empresas más destacadas llamada Mi Negocio, el cual elaboró un asistente llamado “Mi Bot” disponible en la plataforma de mensajería Telegram destinado a ayudar a las personas en el ámbito contable.

En la Escuela de Ingenierías de la PUCESA se encuentra un asistente robot al que se lo ha llamado “Doris” que ha demostrado ser un proyecto con amplia aceptación debido a las numerosas funciones que desempeña. Como expresa Ortiz (2010), El asistente robótico Doris II de PUCESA es popular por sus características, incluido el seguimiento laser y el movimiento autónomo de la cabeza y la boca, pero una de sus limitaciones es la falta de un cuerpo completo. Sin embargo, otra de sus limitaciones importantes es su capacidad de interacción con los usuarios. Si bien puede hablar y realizar movimientos coordinados de cabeza y boca, la experiencia de los usuarios se ve restringida por la falta de fluidez y naturalidad en la comunicación. Además, el robot se encuentra programado en Visual Basic V6 que es un lenguaje obsoleto a la fecha actual.

En función de la contextualización anterior, el proyecto tiene como objetivo principal implementar la API de OpenAI en el asistente robot de la Escuela de Ingenierías de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Ambato programado en entorno

web. Surge esta investigación como respuesta a la creciente demanda a las soluciones tecnológicas que permite a los asistentes de manera más inteligente y natural responder a las consultas de los usuarios.

Esta API proporciona capacidades potentes de procesamiento del lenguaje natural, lo que permite al asistente suministrar con respuestas que sean más precisas. La integración de la inteligencia artificial no sólo mejora la interacción del usuario, sino que también sentará bases para el futuro desarrollo de los asistentes robots. Como señaló Musk (2016), visionario en el campo de la tecnología y cofundador de la empresa OpenAI, “La misión de OpenAI es crear una IA segura y garantizar que sus beneficios se distribuyan de la manera más amplia y uniforme posible”, por este motivo la API no solo mejora la experiencia del usuario al interactuar con los sistemas de IA, sino que también abren nuevas oportunidades para innovar y crear de soluciones inteligentes.

En el contexto actual, la interacción entre los humanos y las máquinas en diversos campos notan una importancia, principalmente en el sector de la educación y la atención al cliente. La continua demanda de soluciones tecnológicas para brindar respuestas precisas y eficientes reflejan la necesidad para mejorar la experiencia y la satisfacción del usuario. En este sentido, la IA se ve como la herramienta ideal para resolver este desafío.

Al aprovechar el poder de la inteligencia artificial, se abre la posibilidad de crear sistemas que las necesidades de los usuarios se comprendan de una forma más personalizada y que sean capaces para adaptarse a ellas. Manejan algoritmos inteligentes, logran proveer respuestas relevantes, anticipar las necesidades de los usuarios y crear interacciones mucho más valiosas. La introducción de tecnologías como la inteligencia artificial ha mejorado con éxito la calidad de la interacción entre humano-computador y brindar a los destinatarios una experiencia rica y agradable en diversos entornos.

En la era de la inmediatez, en que los usuarios esperan respuestas rápidas y relevantes; la inteligencia artificial en los asistentes se presenta como una solución muy prometedora. Como menciona Quinde (2023), la implementación de la inteligencia artificial en los asistentes se convierte en un medio capacitado para

ofrecer respuestas precisas y prácticas a los usuarios, de esta manera mejora así su experiencia y satisfacción. Esto respalda la importancia de adoptar la inteligencia artificial del modelo GPT de la API de OpenAI para el desarrollo del asistente robot de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Ambato (PUCESA).

Para llevar a cabo esta investigación de manera rigurosa, se emplea una metodología cuantitativa que garantiza la obtención de resultados precisos y confiables. Se utilizan métodos exploratorios que sirven para analizar varias pruebas de la API en este proceso, el cual se desarrolla en los laboratorios de la PUCESA.

La elección de la metodología cuantitativa permite recopilar y analizar información numérica y matemática con el empeño de obtener una comprensión objetiva de la efectividad y la implementación de la API de OpenAI en el asistente del robot. Mediante la recopilación sistemática de datos, lograr evaluar con precisión el impacto de la tecnología en la interacción y la satisfacción del usuario. Asimismo, este enfoque permite identificar patrones, tendencias y posibles mejoras, enriqueciendo los resultados de este estudio.

La evaluación del impacto de la implementación se realiza a través de la interacción de un grupo de docentes y estudiantes con el asistente robot, tanto antes como después de la implementación de la API. Esto permite recopilar datos precisos y comparar los resultados para determinar el efecto real de su implementación en la experiencia y satisfacción del usuario.

El desarrollo del proyecto se realiza con el método SCRUM, lo que permite una gestión efectiva del proyecto y de esta manera la entrega oportuna de resultados. SCRUM es un marco ágil que se utiliza ampliamente en el desarrollo del software en el que se enfatiza la adaptabilidad y la entrega incremental de funcionalidad. Como menciona Timkyw (2020), la metodología SCRUM destaca por mejorar la eficiencia del desarrollo de software, integración de usuarios y mejorar de calidad del producto. Esto asegura que la implementación de la API de OpenAI se realice de manera eficiente y efectiva, lo cual genera un desarrollo en la calidad de las respuestas de los asistentes robots y aumentando la satisfacción del usuario.

Los asistentes robot o como también se los conoce como robots sociales, desempeñan cada vez más un papel relevante en la interacción humana. Según Salcedo (2022), en su proyecto exploratorio de robots sociales, "La robótica social, centrada en la interacción humana, utiliza robots que se comunican a través de diversos canales, como interfaces visuales, gestos o el habla" (p. 828), estos robots están diseñados para acercarse a los usuarios de esta manera brindando una sensación de cercanía y amigabilidad.

Se espera que la implementación de la API de OpenAI no solo mejore la calidad de respuestas de los asistentes robots sino también.... Como menciona Ramirez (2022), impulsados por inteligencia artificial y procesamiento del lenguaje natural, los asistentes virtuales pueden responder preguntas y comunicarse con el servicio de atención al cliente. Sus aplicaciones innovadoras han transformado nuestras interacciones tecnológicas. Esta implementación permite explorar nuevas oportunidades de innovación y creación de soluciones inteligentes que brinden una experiencia más fluida y satisfactoria a los usuarios.

CAPÍTULO I. ESTADO DEL ARTE Y LA PRÁCTICA

1.1. Inteligencia artificial y robótica

La inteligencia artificial (IA) como parte de un campo de la informática se especializa en la creación de programas, sistemas y aplicaciones que usando cálculos matemáticos consiguen realizar tareas que por lo general logran ser hechas por un ser humano, procesan grandes cantidades de datos los cuales asimilan y eligen una decisión o hacen acciones que son proporcionadas por un aprendizaje previo. En palabras de McCarthy (1955), que es uno de los pioneros de la inteligencia artificial: "la conjetura de que cada aspecto del aprendizaje o cualquier otra característica de la inteligencia puede, en principio, describirse con tanta precisión que se puede construir una máquina para simularlo" (p.2). Al enseñar a las máquinas hacer tareas que pueden ser complejas las cuales normalmente son realizadas con la inteligencia humana, como razonar, resolver problemas y tomar decisiones.

En algunos casos la IA no solo se limita a replicar la inteligencia de los seres humanos debido a que en ciertas ocasiones puede superarla; así, Alan Turing (1950), en la famosa prueba que lleva su nombre expresó que se puede estar seguros de que las máquinas pensarán cuando puedan imitar todas las respuestas que un humano puede dar. Este punto de vista puede desafiar la generalidad de que la inteligencia artificial simplemente puede imitar la inteligencia humana y posibilita que las máquinas puedan igualar o exceder las capacidades cognitivas humanas en varios dominios.

- Esta tecnología tiene interesantes características, así como diversos tipos que son referenciados por varios autores:
- IA de aprendizaje automático: Es una rama clave de la inteligencia artificial que se basa en algoritmos y modelos que pueden aprender patrones a partir de datos. Como Samuel (1959), lo expresó: "El aprendizaje automático es el campo de estudio que le da a las computadoras la capacidad de aprender sin ser programadas explícitamente" (p.3). Lo que se puede dar a entender que la inteligencia artificial puede aprender por sí misma y de esta manera mejorar en la tarea designada.

- IA supervisada y no supervisada: En el aprendizaje automático, existen dos enfoques principales. Como dice la Universidad Europea (2022), “El aprendizaje supervisado y no supervisado son ejemplos de dos tipos diferentes de modelos de aprendizaje automático”. La inteligencia artificial supervisada se basa en un conjunto de datos etiquetado que se utiliza para entrenar algoritmos y hacer predicciones; en contraste, la IA no supervisada se basa en datos no etiquetados y busca encontrar patrones por sí misma.
- IA de procesamiento de lenguaje natural (PNL): El procesamiento de lenguaje natural es una rama de la IA que se enfoca en la interacción entre las computadoras y el lenguaje humano. Según Giraldo (2023), "La integración de las técnicas de IA con el fin de interpretar, manipular y comprender el lenguaje humano da como resultado la rama del procesamiento natural del lenguaje PNL", esto permite a las máquinas comunicarse con las personas como si se tratara de otra persona.
- IA reforzada: La IA reforzada implica que las máquinas toman decisiones basadas en la maximización de una recompensa específica. Como lo expresó la empresa Dell Technologies (2018), Las máquinas y software emplean algoritmos de aprendizaje de refuerzo, similar a cómo los niños adaptan sus acciones según resultados, basándose en retroalimentación ambiental. Esto es parte del aprendizaje automático y la inteligencia artificial.

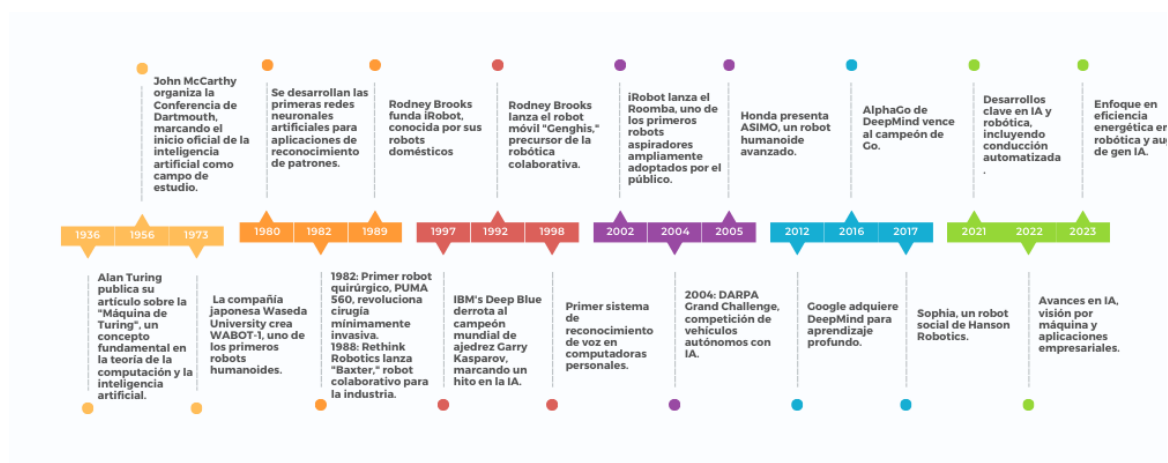
La robótica es un campo interdisciplinario que combina la ingeniería, la electrónica, la informática y la inteligencia artificial en muchos de los tipos que listaron anteriormente, esto sucede porque uno de los objetivos de la robótica es realizar tareas específicas de manera autónoma o semiautónoma. Según Mercader (2018), “Los robots adoptan múltiples formas que van desde los robots industriales, colaborativos, asistenciales, médicos, *wereables* y drones (*Unmanned Aerial Vehicle* y *Autonomous Underwater Vehicle*) hasta las formas vinculadas con la inteligencia artificial como los vehículos autónomos” (p.121). Por lo que se puede decir que la robótica tiene una amplia gama de tareas en las que incluye la inteligencia artificial. Aquí se presentan algunas características claves de la robótica:

- Sensores y percepción: Los robots están equipados con sensores que les permiten recopilar información sobre su entorno. Como lo destaca Ollero (2001), en su libro Robótica manipuladores y robots móviles, “La robótica está experimentando un crecimiento explosivo propulsado por los avances en computación, sensores. electrónica y software” (p.15). Estos sensores pueden incluir cámaras, sensores de proximidad, acelerómetros y muchos otros. La percepción del entorno es esencial para que un robot pueda tomar decisiones informadas.
- Movilidad: Muchos robots están diseñados para moverse de manera autónoma o controlada por un operador humano. Esto puede implicar ruedas, patas, alas o cualquier otro medio de locomoción. Como menciona Guarnizo (2021), “Los robots móviles se desarrollaron gracias a la necesidad de tener vehículos capaces de operar en diferentes ambientes” (p.1). La movilidad es esencial para que los robots puedan desplazarse y llevar a cabo tareas específicas.
- Programación y control: Los robots requieren algoritmos y programas que determinen su comportamiento y acciones. Según la Universidad de Guanajuato (2023), la programación y el control son esenciales para que los robots realicen tareas de manera efectiva. Estos programas pueden variar desde simples instrucciones predefinidas hasta algoritmos de inteligencia artificial que les permiten adaptarse a situaciones cambiantes.
- Aplicaciones diversificadas: Los robots tienen una amplia gama de aplicaciones en diversos campos, que van desde la manufactura y la exploración espacial hasta la atención médica y la asistencia en el hogar. Como afirma Domínguez (2017), “La tendencia es a incrementar el uso de la tecnología en entornos variados y en la vida cotidiana” (p.1), por esta razón se puede ver que seguirá incrementando el uso de los robots en distintas áreas.
- Desafíos éticos y sociales: La proliferación de robots plantea cuestiones éticas y sociales importantes, como la privacidad, la seguridad y la responsabilidad en caso de accidentes. Como Señala Pareto (2021), la

reflexión ética en la robótica social se enfrenta a complejidades debido a la diversidad de áreas involucradas, desde la actividad científica hasta las decisiones de ingenieros en el diseño y desarrollo de productos. Es importante abordar estos desafíos a medida que la robótica continúa avanzando.

En la siguiente figura se presenta los aspectos más importantes de la historia de la robótica y la inteligencia artificial en una línea de tiempo.

Figura 1. Hitos en la historia de la inteligencia artificial y la robótica



Fuente: (Abeliuk & Gutiérrez, 2021); (National Geographic, 2020); (Mejía Caballero, 2013); (Marr, 2022)

Como se puede ver, el desarrollo de la inteligencia artificial y la robótica ha sido un proceso constante a lo largo del siglo XX y principios del XXI. Desde los conceptos fundamentales de Alan Turing hasta el surgimiento de robots colaborativos y avances en IA, esta línea temporal ilustra el crecimiento continuo en ambos campos. En la década de 2020, se observa un enfoque en la eficiencia energética en robótica y una rápida adopción de herramientas de IA generativa, que están transformando la forma en que las empresas operan y se mantienen competitivas.

Uno de los desarrollos más importantes actuales de la IA viene de la mano de OpenAI sus características se presentan en el siguiente epígrafe.

1.2. API de *OpenAI* y sus modelos

Una de las empresas líderes de investigación y desarrollo de IA llamada OpenAI tiene como misión principal el garantizar que la inteligencia artificial general (AGI)

sea benéfica para toda la humanidad. Esta empresa tiene como visión crear una IA la cual supere la inteligencia humana, además que este comprometida con los principios clave, como la igualdad, seguridad a largo plazo y liderazgo técnico.

OpenAI como empresa de tecnología reconoce los riesgos los cuales están asociados con la IA por esto certifica garantizar desarrollos seguros y beneficiosos. De esta manera, tiene como compromiso la transparencia y cooperación global en la investigación de la IA. Como afirman los líderes de la empresa OpenAI en los que se incluye a Sam Altman uno de los fundadores y CEO (*Chief Executive Officer* o director ejecutivo) de la empresa, la necesidad de anticipar los desafíos y adaptarse a medida que la tecnología evoluciona. Por esto reconocen que el camino hacia la AGI es incierto pero crucial para el futuro de la humanidad.

Para las tareas que requieren de comprensión, generación de lenguaje natural, generar código, pasar texto a voz, voz a texto o generación de imágenes la compañía ofrece una API con modelos personalizables con capacidades y precios distintos, de inteligencia artificial tal como lo explican en la documentación de la misma. Se muestra en el siguiente cuadro los diferentes modelos con su descripción, funcionalidad y tokens para el uso de cada modelo.

Cuadro 1. Modelos de API de OpenAI

Modelo	Funciones Destacadas	Tokens
GPT	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender y generar lenguaje • Generar código • Responder preguntas • Escribir documentos 	En este modelo los tokens dependen de la longitud y complejidad del texto.
DALL-E	<ul style="list-style-type: none"> • Creación de imágenes a partir de descripciones textuales. • Edición de imágenes. 	Los tokens de este modelo se basan en la complejidad del texto de entrada.
Whisper	<ul style="list-style-type: none"> • Reconocimiento de habla multilingüe • Traducción de audio a varios idiomas • Transcripción de audio a texto • Generación de texto a Audio 	Los tokens se basan en la complejidad, longitud y calidad del audio.
Embeddings	<ul style="list-style-type: none"> • Conversión de texto a instrucciones vectoriales • Procesamiento de lenguaje natural 	Los tokens se basan en la complejidad en del texto de ingreso.

Fuente: (OpenAI, 2023)

El cuadro 1, revela la variedad de modelos con su función distintiva, que están disponibles en la API de OpenAI. Entre ellos, se encuentra generadores de texto de renombre como GPT que se lo puede encontrar como ejemplo de uso en el aplicativo web Chat GPT, innovadores generadores de imágenes como DALL-E, y potentes sistemas de reconocimiento de voz como *Whisper*. La diversidad de modelos que ofrece la empresa OpenAI abre una gran cantidad de posibilidades para los desarrollos de proyectos en IA.

Por otro lado, el modelo GPT ha experimentado una evolución a lo largo del tiempo con sus diversas versiones, en este se observa las mejoras al resolver problemas y hasta el aumento de la longitud del texto de respuesta e ingreso en el modelo, estas actualizaciones denotan el compromiso de OpenAI en la investigación desarrollo de la inteligencia artificial y la adaptación a las crecientes demandas de la comunidad de desarrolladores.

Cuadro 2. Comparación entre las distintas versiones del modelo GPT

Modelo	Descripción	Máx. Tokens
gpt-4	Capacidad de entender imágenes, generación de texto mejorada.	8192
gpt-3.5- turbo-1106	Ultima versión del GPT 3.5 Turbo, Modo para enviar JSON, llamadas paralelas.	16385
gpt-3.5-turbo	Texto optimizado para tareas para completar en modo chat.	8192
Text-davinci-003	Realizar tareas de lenguaje con buena calidad, pero será discontinuado el 4 de enero del 2024.	4096
Text-davinci-002	Entrenado en ajuste fino supervisado en lugar de refuerzo de igual manera será discontinuado el 4 de enero del 2024.	4096
Text-davinci-001	Optimizado para tareas de completar código y será discontinuado el 4 de enero del 2024.	8001

Fuente: (OpenAI, 2023)

Las versiones de GPT en la API exponen un continuo progreso en capacidades y eficiencia. GPT 4 ofrece una resolución de problemas avanzada con la integración de generar imágenes con 8,192 tokens. GPT 3.5 Turbo se optimiza para chat y tareas de completado, siendo eficiente con 4,096 a 16385 tokens. Las versiones de Davinci son las primeras en ofrecer las mejoras en la generación de texto.

Como un ejemplo del uso de la API esta Copilot, un programa innovador desarrollado por la empresa Github, se presenta como una herramienta esencial en el proyecto de investigación de Brayan Stiven Torres Ovalle. Esta potente herramienta simplifica y evita repeticiones al generar código a partiendo de comentarios por parte de los desarrolladores, ofrece opciones basadas en lenguaje natural y mejoras sugeridas por ingenieros o estudiantes. Además, Copilot se integra perfectamente con la API de OpenAI, lo que le permite comprender tanto el lenguaje de programación como el humano, y se adapta a varios entornos, como Visual Studio. Con la capacidad de operar en múltiples idiomas y contextos, GitHub Copilot se rige como una herramienta versátil y eficiente para desarrolladores que buscan optimizar su productividad y comprensión de código.

Microsoft ha revolucionado la búsqueda en la web al lanzar Bing Chat como menciona Lopezosa sobre el tema. Esta funcionalidad, presentada el 7 de febrero de 2023, permite a los usuarios realizar consultas más extensas, de hasta 1000 caracteres, lo que facilita la formulación de búsquedas contextualizadas y

conversaciones más naturales. Bing Chat también ofrece resultados con descripciones detalladas y fuentes de origen, proporcionando una experiencia de búsqueda más fácil y enriquecida para el usuario.

Por otro lado, en el año 2023 Microsoft también presentó Microsoft Copilot, que se integra en el ecosistema de Microsoft 365, incluyendo Word, Excel, PowerPoint, OneNote, Outlook y *Teams*, que representa una nueva forma de trabajar. Este sistema utiliza modelos de IA alojados en la nube de Microsoft a través del servicio Azure y OpenAI como GPT y DALL-E. Copilot se destaca por su capacidad para buscar y analizar datos de la organización del usuario, respetando rigurosamente los permisos de acceso y la privacidad de los datos. Al brindar respuestas contextualmente relevantes y automatizar tareas tediosas, Microsoft Copilot se convierte en un aliado fundamental para aumentar la eficiencia y la productividad en entornos empresariales.

Otro ejemplo es MiBot, el innovador *chatbot* de *Telegram* desarrollado por la empresa Mi Negocio, que aprovecha la potencia de la API de Open AI para brindar asistencia en cuestiones de contabilidad. MiBot es la solución ideal para empresarios y emprendedores que desean acceder de manera rápida y precisa a información contable crucial. Gracias a la avanzada tecnología de procesamiento del lenguaje natural de Open AI, MiBot es capaz de responder preguntas, proporcionar consejos y ayudar en la gestión financiera, convirtiéndose en un aliado indispensable para aquellos que buscan mantener sus finanzas empresariales en orden y optimizadas.

OpenAI se destaca por su misión de impulsar la inteligencia artificial en beneficio de la humanidad, promoviendo la equidad, seguridad y cooperación global. Su API ofrece una gama de modelos versátiles, desde generadores de texto hasta reconocimiento de voz y generación de imágenes. La variedad de modelos, como las diferentes versiones de GPT, proporciona a los desarrolladores opciones avanzadas para abordar una amplia gama de desafíos. En el siguiente epígrafe, se explorará la implementación de la API en asistentes robóticos, destacando su potencial en la automatización y mejora de procesos.

1.3. Implementación de asistentes robots

Los asistentes robots son herramientas creadas para la interacción con las personas de forma fluida y natural. Estos sistemas pueden comunicarse usando voz o texto en varios contextos, varias de estas plataformas usan la IA para relacionarse de forma natural con los usuarios. Existen varios asistentes conocidos como lo son: Siri, Alexa, *Google Assistant*, *Bing Chat* y Cortana. Estos programas ganan realce en varias aplicaciones y sectores por la capacidad que tienen para interactuar de una forma natural con los usuarios, ya sea por medio de voz a texto, usando la inteligencia artificial para comprender y generar lenguaje natural.

Los asistentes potenciados por la API de OpenAI ofrecen una gran variedad de aplicaciones que están direccionada en diversos ámbitos como por ejemplo la asistencia médica, atención al cliente y asistentes de información.

A continuación, se presentan varias de estas aplicaciones:

Asistencia en el Cuidado de la Salud: Los asistentes robóticos pueden ayudar en la atención médica informando sobre enfermedades, mostrando recordatorios de medicamentos y consejos de salud como lo demuestra Cárdenas (2023) en su proyecto la inteligencia artificial en la cirugía plástica. Además, pueden interactuar con cirujanos para brindar apoyo en decisiones y mejorar en los resultados quirúrgicos.

Atención al Cliente Mejorada: En el sector empresarial, los asistentes robóticos basados en la API de OpenAI pueden atender consultas de clientes de manera rápida y precisa tal como nos explica Herrera (2023) en su investigación Sistema basado en GPT para atender a clientes, mejorando la satisfacción del cliente y reduciendo la carga de trabajo del personal de servicio al cliente.

Asistencia de información: Los asistentes robóticos pueden ayudar a las personas en tareas cotidianas, como la movilidad, la comunicación y la realización de compras en línea.

El modelo GPT que se encuentra disponible en la API de OpenAI, es esencialmente relevante para la implementación de los asistentes robots. El modelo se encuentra diseñado para seguir conversaciones naturales con los usuarios, además puede

personalizarse para adaptarse a varias aplicaciones. A continuación, se presenta las maneras en las que el modelo GPT se puede usar en asistentes:

Interacción de Preguntas y Respuestas: Los asistentes robots pueden usar el modelo GPT para brindar respuestas a las inquietudes de los usuarios de una forma efectiva. Esto es útil para las aplicaciones de atención al cliente de las empresas u organizaciones.

Generación de Contenido: Este modelo es capaz de generar contenido para diversos escritos como informes, resúmenes, ensayos, entre otros, por esta razón el modelo es eficaz para los asistentes de generación de contenido informativo porque tiene una gran cantidad de información relevante hasta el año 2022.

Al implementar un asistente robot usando la API de la empresa de OpenAI se convirtió en una realidad accesible para la comunidad de desarrolladores, en la que Python y Java Script son los lenguajes de programación más usados para el impulso de esta tarea. Estos lenguajes son versátiles por ser compatibles con la web y el poder interactuar de forma directa con la API, por esta razón es una opción relevante para el desarrollo de los asistentes robots basados en IA. La documentación que se encuentra en la página oficial de la empresa OpenAI sugiere que los desarrolladores pueden implementar la API en sus proyectos utilizando principalmente dos lenguajes de programación ampliamente utilizados: JavaScript y Python.

Una de las ventajas que más se destaca JavaScript es la generalidad en el ámbito web. Dado que JavaScript es el lenguaje orientado más para el desarrollo web, por esta razón es una opción para crear asistentes robots que operen en entornos web. Esto ayuda a la integración de asistentes en sitios y aplicativos webs. Además, JavaScript es reconocido por la capacidad para proporcionar respuestas en tiempo real con las interacciones de los usuarios, lo que es realmente esencial para brindar una experiencia fluida.

Por otro lado, Python es conocido por su simplicidad al codificar y la legibilidad de los proyectos, lo que facilita el desarrollo y la mantenibilidad de la programación. Python cuenta con una amplia variedad de bibliotecas que pueden beneficiar para crear de asistentes robots. Además, este lenguaje es popular por su capacidad para

el procesamiento de datos y el aprendizaje automático, lo que es esencial para mejorar la inteligencia artificial y capacidad de respuesta de los asistentes.

En conclusión, los asistentes robóticos potenciados por la API de *OpenAI* representan una innovación destacada en diversos ámbitos, desde la atención médica y la educación hasta la atención al cliente y las tareas diarias. Estos sistemas, diseñados para interactuar de manera natural con los usuarios a través de lenguaje natural, ofrecen una amplia gama de aplicaciones que mejoran la eficiencia y la calidad de la interacción. En el próximo capítulo, se explora la metodología y enfoques utilizados para implementar y aprovechar al máximo estos asistentes robóticos en contextos específicos. Esto incluirá la caracterización de la institución, la metodología de investigación y el enfoque metodológico para el desarrollo de estos sistemas.

CAPÍTULO II. DISEÑO METODOLÓGICO

2.1. Caracterización de la institución

La Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato (2022) como se menciona en el sitio web, es una institución dedicada a la búsqueda de la verdad y la promoción de la dignidad humana. La institución tiene 70 años de experiencia en el Ecuador y forma parte de la red de Universidades Pontificias a nivel nacional e internacional.

La Escuela de Ingenierías de la PUCESA se centra en brindar la mejor educación posible para sus alumnos y liderar proyectos de investigación innovadores en lo académico y organizacional, siendo uno de los productos generados DORIS, un asistente robótico que brinda información institucional. Sin embargo, uno de los desafíos más significativos del robot fue la actualización debido a su lenguaje de programación y a la capacidad de respuesta con la que contaba. Por este motivo este proyecto implementó la API de OpenAI para mejorar la calidad de las respuestas y la satisfacción de los usuarios.

2.2. Metodología de investigación

La metodología en una investigación es crucial y vital el rol académico o científico, proporciona herramientas y lo necesario para conseguir datos significativos para el proyecto y respuestas a preguntas que son clave para el proyecto. En este contexto, se toman en cuenta cuatro aspectos básicos del método: el enfoque investigativo, el cual determina la intención y la orientación del estudio; el tipo de investigación, que se encarga de determinar la ordenación y el alcance del proyecto, la población, que manifiesta los usuarios que serán objetos de la investigación, y los instrumentos que servirán para recopilar datos necesarios, precisos y relevantes.

Enfoque de investigación

El proyecto tiene como base la necesidad de considerar la progresiva demanda de soluciones referentes a la tecnología relacionadas a mejorar la experiencia de los usuarios para la interacción con los asistentes robots, de la misma forma la falta de herramientas que permita a los asistentes robots responder a los usuarios de forma

inteligente y natural. En este sentido, los enfoques mixtos son primordiales en la realización de una comprensión más profunda y completa para efectivizar la implementación de la API de OpenAI en el asistente robot de la Escuela de Ingenierías de la PUCESA.

La combinación de los elementos cuantitativos y cualitativos para la recolección de datos es la característica que define a la investigación mixta. Según lo planteó Hamui (2013), la investigación mixta admite dar la profundidad al análisis comprender mejor los temas, de esta manera, permite de forma precisa evaluar la percepción de los usuarios con respecto al proyecto.

Se realizaron entrevistas para la comprensión detallada y sutil de los individuos involucrados para el enfoque cualitativo. Esta aproximación, como destacó Oviedo (2019), las entrevistas ayudan a captar matices y las opiniones de las personas de manera efectiva.

El enfoque cuantitativo, por su parte, se centró en la recopilación de datos directamente de los usuarios y otras partes interesadas a través de una encuesta de satisfacción. En cuanto, a la investigación de campo es necesaria por la recolección de datos mediante la exploración durante el proceso de implementación. Como lo planteó Guzmán (2019), la investigación de campo tiene como propósito obtener datos desde la experiencia y percepciones usando instrumentos como: la encuesta, la entrevista, prácticas de campo, estudio de caso, entre otros. De esta manera el enfoque cuantitativo y la investigación de campo permitieron evaluar de manera precisa la percepción de los usuarios.

Tipo de investigación

La investigación que se llevó a cabo se estructuró como una investigación de campo y bibliográfica. Esta combinación proporciona una visión integral y fundamentada en evidencia tanto de las percepciones de los usuarios como del contexto más amplio en el que se enmarcaba el proyecto.

La investigación de campo se centró en la recopilación de datos directamente de los usuarios y otras partes interesadas. La encuesta de satisfacción se diseñó siguiendo pautas cuantitativas para obtener información objetiva sobre la satisfacción de los usuarios con el asistente robot mejorado.

La investigación bibliográfica es fundamental para contextualizar el proyecto y respaldar sus fundamentos teóricos. Como afirma Torregroza (2013), la investigación bibliográfica instituye una sólida base para el conocimiento teórico y la comprensión de las tendencias en el área de estudio a partir de la documentación académica, por este motivo se revisaron y citaron diversas fuentes académicas y empresariales relevantes en el campo de la inteligencia artificial y la implementación de asistentes virtuales.

Además, se realizaron estudios exploratorios para analizar más a fondo cómo la inteligencia artificial, específicamente la API OpenAI, afecta la satisfacción del usuario al interactuar con los asistentes robóticos. Según lo destacado por Zafrá (2006), la investigación exploratoria tiene como objetivo comprender mejor un fenómeno, esto se da especialmente cuando hay poca información disponible.

Población

La población objetivo de la encuesta de satisfacción está específicamente compuesta por los estudiantes de quinto, sexto, séptimo, octavo de la carrera de Sistemas de Información (SI) y séptimo de Diseño Industrial (DI) de la PUCESA. Esta elección se basó en la relevancia directa de estos estudiantes como usuarios del asistente robot en el contexto académico. Debido a que en estos niveles los estudiantes ya tienen conocimiento acerca de los sistemas de inteligencia artificial y su funcionamiento por tanto su evaluación se torna más objetiva.

A continuación, se presenta una tabla que muestra la cantidad de personas a encuestar:

Cuadro 3. Población de estudiantes para encuestar

Curso	Cantidad de estudiantes
Quinto (SI)	4
Sexto (SI)	2
Séptimo (SI)	6
Octavo (SI)	3
Séptimo (DI)	2
TOTAL	17

Fuente: elaboración propia

La tabla se utilizó para determinar la población a encuestar y se basó en una consideración de los diferentes cursos académicos. Cada nivel académico representó un grupo demográfico distinto de estudiantes, y la cantidad de estudiantes en cada curso varió significativamente. Esta diversidad en los cursos se reflejó en la encuesta de satisfacción, lo que permitió obtener una imagen completa de las percepciones y opiniones de la comunidad estudiantil en relación con el asistente robot.

Instrumentos

En cuanto a los instrumentos utilizados en la investigación, se aplicaron dos enfoques fundamentales para la recopilación de datos: la Encuesta de Satisfacción y la Entrevista. Estos instrumentos desempeñaron un papel crucial en la obtención de datos valiosos para evaluar la efectividad de la implementación de la API de OpenAI en el asistente robot y comprender en profundidad las experiencias y percepciones de los usuarios y las partes interesadas.

- *Encuesta de Satisfacción:* La encuesta de satisfacción que se encuentra en el anexo 1 se diseñó cuidadosamente para obtener datos cuantitativos sobre las percepciones de los usuarios sobre el asistente robótico avanzado. Esta herramienta mide objetivamente la satisfacción del usuario y recopila información sobre su experiencia al interactuar con el asistente. Algunas de las áreas clave cubiertas por la encuesta incluyen facilidad de uso, eficiencia, calidad de las respuestas del asistente y preferencias de los usuarios. La Encuesta de Satisfacción se distribuyó a los estudiantes de la carrera de Sistemas de Información (SI) y Diseño Industrial de PUCESA, que conformaron la población objetivo. Los datos recopilados a través de esta encuesta se sometieron a un análisis estadístico riguroso, lo que permitió identificar tendencias y patrones en la percepción de los usuarios y obtener métricas cuantitativas sobre la satisfacción con el asistente robot.
- *Entrevista:* Se llevó a cabo una entrevista con el director de la escuela que se encuentra en el anexo 2, quien poseía un conocimiento profundo sobre el asistente robot DORIS. Esta entrevista proporcionó una perspectiva experta sobre las expectativas y la visión de la institución con respecto al asistente

robot mejorado. Como afirman Fontana y Frey (2008), las entrevistas cualitativas son esenciales para obtener información minuciosa y detallada sobre un tema en específico. Durante las entrevistas, se exploraron temas específicos relacionados con las expectativas, el funcionamiento, componentes y las necesidades de mejora en relación con el asistente robot.

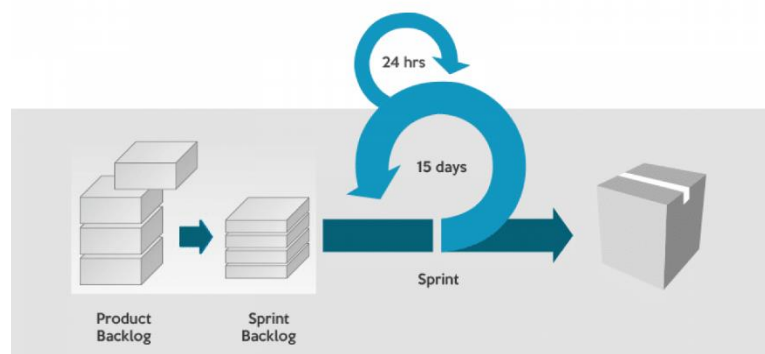
En conjunto, estos dos instrumentos, la Encuesta de Satisfacción y la Entrevista, proporcionaron una amplia gama de datos, tanto cuantitativos como cualitativos, que permitieron una evaluación integral del proyecto. Los datos recopilados a través de la encuesta ofrecieron una visión numérica de la satisfacción de los usuarios, mientras que las entrevistas proporcionaron un entendimiento más profundo de las percepciones y necesidades de los usuarios, así como de la visión institucional. Esta combinación de enfoques permitió tomar decisiones informadas y adaptar la implementación de la API de OpenAI de manera efectiva, con el objetivo final de mejorar las respuestas y la satisfacción del usuario con el asistente robot.

2.3. Metodología de desarrollo

La metodología de desarrollo elegida para este proyecto es SCRUM, un método ágil ampliamente reconocido que demuestra ser muy eficaz en la gestión de proyectos tecnológicos. SCRUM se basa en un enfoque iterativo e incremental que permite a los equipos de desarrollo adaptarse ágilmente a las necesidades cambiantes de los proyectos. Tal como lo respalda Martins (2023), "SCRUM es una metodología eficaz para la gestión de proyectos tecnológicos".

El énfasis de SCRUM en la colaboración continua, la adaptabilidad y la entrega incremental lo hace ideal para proyectos tecnológicos con requisitos que cambian rápidamente.

Figura 2. Metodología SCRUM



Fuente: (logicsolutions, 2020)

Equipo Scrum

Según esta metodología, el equipo Scrum consta de tres roles principales: el *Scrum Master*, el *Product Owner* y el equipo de desarrollo. Estos tres roles trabajan juntos para garantizar el éxito del proyecto. Arias (2018), indica que: El *Scrum Team* (*Equipo Scrum*) está formado por el *Product Owner* (Dueño del Producto), el Equipo de Desarrollo (*Development Team*) y el *Scrum Master*. Un equipo Scrum es autoorganizado y multifuncional, lo que significa que tiene autonomía y flexibilidad para tomar decisiones y gestionar su trabajo de forma eficaz. La colaboración y la comunicación continua entre estos roles es esencial para un SCRUM eficaz. Cada miembro del equipo tiene sus propias responsabilidades específicas y esto promueve la transparencia, la adaptabilidad y la entrega continua de valor durante todo el proyecto. Los tres roles son realizados por el autor del proyecto y especificados a continuación.

- **Product Owner:** El *Product Owner* es el responsable de maximizar el valor del producto y el trabajo del Equipo de Desarrollo. Según Arias (2018), el *Product Owner* es responsable de optimizar el valor del producto y el trabajo del equipo de desarrollo, aunque la forma de hacerlo puede variar según la organización y el equipo Scrum. Además, es la única persona responsable de gestionar el *Product backlog*. El autor del artículo desempeñará el papel de propietario del producto, por lo que es totalmente responsable de gestionar la lista del producto, que contiene todos los elementos que describen las funciones y características

que se desarrollarán en el producto. Trabajar en estrecha colaboración con las partes interesadas y los equipos de desarrollo en las colecciones.

- **SCRUM Master:** El *Scrum Master*, es un líder que se encuentra al servicio del Equipo Scrum. Según Schwaber y Sutherland (2020), el *Scrum Master* lidera y apoya al *Scrum Team* facilitando la comprensión externa de las interacciones útiles y optimizando el valor creado por el equipo. El autor de este proyecto asumirá el rol de *Scrum Master*, por lo que su principal responsabilidad será facilitar el proceso Scrum y asegurar el cumplimiento de las prácticas y valores de Scrum. Ayuda a todas las partes interesadas a comprender cómo colaborar eficazmente con el equipo Scrum e identificar interacciones que agregan valor y aquellas que no.
- **Equipo de Desarrollo:** El Equipo de Desarrollo está compuesto por profesionales que realizan el trabajo necesario para entregar un Incremento de producto "Terminado" al final de cada Sprint. Estos miembros son los responsables de la creación del software y la implementación de las funcionalidades. Según Schwaber y Sutherland (2020), el equipo de desarrollo es multifuncionales y autoorganizados, lo que significa que los miembros tienen una variedad de habilidades y pueden tomar decisiones sobre cómo trabajar de manera más efectiva. Este proyecto es desarrollado por el autor, quien es el único miembro del equipo de desarrollo.

Product backlog

El *Product backlog* es una parte fundamental de la metodología Scrum y se trata de una lista que contiene todos los elementos que describen las funcionalidades, mejoras y requisitos necesarios para el desarrollo del producto. Según Schwaber y Sutherland (2020), el *Producto Backlog* es una lista completa de elementos que un producto puede necesitar y es la única referencia cuando se realizan cambios. Estos elementos se priorizan en función de su importancia y valor para el proyecto y evolucionan a medida que cambian las necesidades del cliente. El propietario del producto es responsable de gestionar esta lista y garantizar que el proyecto sea manejable y esté listo para trabajar para el equipo de desarrollo.

En el presente proyecto, el *Product Backlog* incluye elementos como la configuración inicial, el diseño e integración inicial, ajustes de la API de OpenAI, movimientos de motores con JavaScript, integración completa y pruebas específicas para garantizar la funcionalidad y eficiencia del asistente. Cada uno de estos elementos se prioriza y se asigna a los Sprints correspondientes, como se describe en detalle en la metodología Scrum utilizada para este proyecto.

Evento SCRUM

Los eventos Scrum son elementos fundamentales de la metodología, y desempeñan un papel crucial en la planificación y ejecución de proyectos. Los eventos más destacados en Scrum son los "Sprints".

Sprints

Un *sprint* es un período de tiempo fijo y corto durante el cual el equipo de desarrollo trabaja para entregar un incremento de producto potencialmente utilizable. Los Sprints suelen tener una duración de 2 a 4 semanas, lo que proporciona un marco de tiempo bien definido para el desarrollo de un conjunto específico de funcionalidades.

Durante un *sprint*, el Equipo de Desarrollo se enfoca en completar las tareas prioritarias seleccionadas del *Product Backlog* (Lista del Producto). Estas tareas se seleccionan en la reunión de planificación del Sprint y se transforman en una meta específica a alcanzar al final del período. La duración del Sprint no se altera una vez que comienza, lo que promueve la previsibilidad y la concentración en el trabajo.

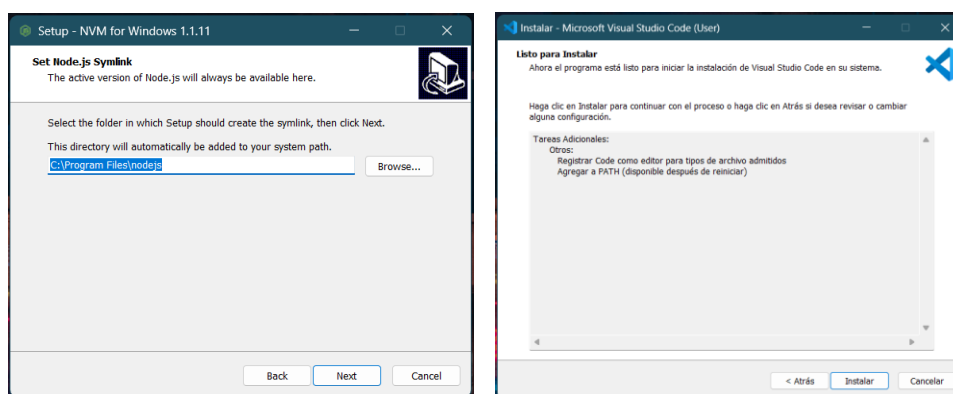
Los *sprints* seleccionados para el avance de este proyecto son:

Sprint 1: Preparación y configuración inicial

En este primer Sprint, se enfoca en la preparación y configuración inicial del entorno de desarrollo. Esto implica la instalación de requisitos esenciales para la programación en *JavaScript*, como *Node.js*, *Yarn*, *Visual Studio Code* y las extensiones relevantes de *Visual Studio Code*. Además, se incorporarán las bibliotecas y recursos necesarios para asegurar un inicio sin contratiempos.

Para este Sprint se desarrollan distintas actividades, para el *Product Owner* se trabaja en la identificación y priorización de los requisitos del producto para esta fase inicial, el *Scrum Master* se asegura de que la configuración del entorno se realice de manera eficiente y que se sigan las mejores prácticas en el desarrollo y el equipo de desarrollo se encarga de la instalación y configuración de los componentes técnicos necesarios para el proyecto. Esto incluye la verificación de la compatibilidad de las herramientas seleccionadas y la preparación del entorno de desarrollo para futuros Sprints. Para el presente proyecto los tres roles los desempeña el investigador.

Figura 3. Instalación de *Node JS* y *Visual Studio Code*



Fuente: elaboración propia

Este Sprint sienta las bases para el desarrollo efectivo del asistente robot en entornos web, asegurando que esté listo y equipado con las herramientas adecuadas para avanzar en el proyecto.

Sprint 2: Diseño e integración inicial

En este segundo *sprint* se enfoca en el diseño y la integración inicial del asistente robot en el entorno web, utilizando HTML y CSS para la creación de la interfaz de usuario.

Durante este *sprint* se desarrollan distintas actividades, el *Product Owner* proporciona un diseño sencillo y amigable con el usuario. El *Scrum Master* garantiza que el proceso de diseño y desarrollo siga las prácticas ágiles y que se mantenga una comunicación efectiva, además, ayudará a eliminar obstáculos que puedan surgir durante esta fase. El equipo de Desarrollo trabaja en la

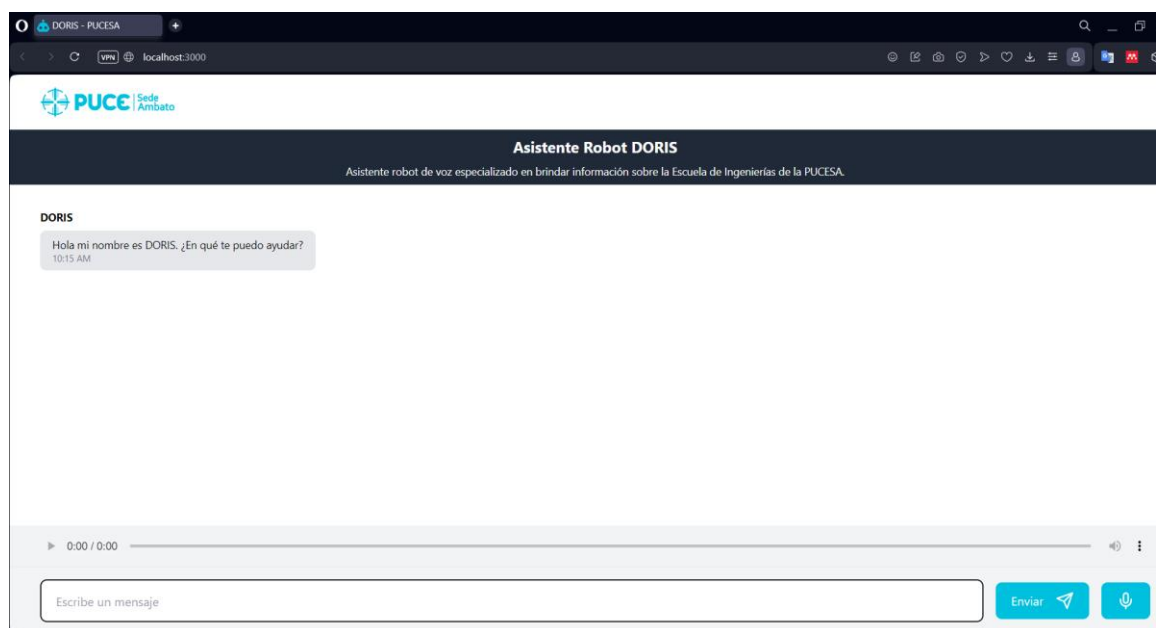
implementación de la interfaz de usuario utilizando HTML y CSS que se encuentra en el anexo 3 y 4.

El archivo HTML proporciona una base sólida para la página web, incluyendo una imagen de logotipo de la PUCESA, un encabezado informativo sobre el asistente robot "DORIS", un contenedor de mensajes de chat, un cuadro de entrada de texto para mensajes y un botón para enviarlos.

El archivo CSS define el estilo visual de la página estableciendo la fuente, el fondo y los márgenes del cuerpo de la página, asegurando una apariencia uniforme y agradable. El encabezado del chat y el contenedor de mensajes tienen estilos específicos para resaltarlos en el diseño. Los mensajes del asistente y del usuario se distinguen claramente con diferentes colores y bordes.

La integración inicial del asistente robot en el entorno web permite una vista previa de cómo interactúa el asistente con los usuarios. Este Sprint sienta las bases para el desarrollo continuo, la interfaz de usuario es una parte fundamental de la experiencia del usuario.

Figura 4. Diseño de la interfaz de usuario



Fuente: elaboración propia

Sprint 3: Ajuste de la API de OpenAI.

En el tercer Sprint, se trabaja en el ajuste de la API de *OpenAI* para el asistente robot. Se ha implementado el código necesario para interactuar con la API de *OpenAI* y realizar dos tareas fundamentales: transcripción de audio y generación de respuestas de texto.

A continuación, se muestra la codificación para la configuración de la API.

Figura 5. Programación y configuración de la API

```

var contentAudio = "";

CodiumAI: Options | Test this function
async function modelWhisper() {
  const transcription = await openai.audio.transcriptions.create({
    file: fs.createReadStream("audio.mp3"),
    model: "whisper-1",
  });

  // console.log(transcription.text);
  contentAudio = transcription.text;
}

CodiumAI: Options | Test this function
async function modelGPT() {
  const completion = await openai.chat.completions.create({
    messages: [
      {
        role: "Eres un asistente robot llamado 'DORIS' de la Pontificia Universidad Catolica",
        content: contentAudio,
      },
    ],
    model: "gpt-3.5-turbo-0301",
  });

  console.log(completion.choices[0]);
}

```

Fuente: elaboración propia

En el código que se muestra en la Figura 5 para la transcripción de audio, utilizado en la API de *OpenAI* es para convertir un archivo de audio en texto. El código carga un archivo de audio llamado "audio.mp3" y utiliza el modelo "whisper-1" de *OpenAI* para realizar la transcripción. El resultado se almacena en la variable "contentAudio". Para la generación de respuestas de texto, se ha configurado la API de *OpenAI* para permitir que el asistente robot, denominado 'DORIS', responda a consultas sobre la Escuela de Ingeniería de la PUCESA. Se ha utilizado el modelo "gpt-3.5-turbo-0301" de *OpenAI* para generar respuestas basadas en los mensajes recibidos.

Este *sprint* es crucial para habilitar la comunicación y la capacidad de respuesta del asistente robot, ahora puede comprender y generar respuestas en función de la información transcrita del audio y su conocimiento sobre la Escuela de Ingeniería. Este ajuste de la API de *OpenAI* establece una base sólida para la interacción efectiva con los usuarios.

Sprint 4: Movimiento de motores con JavaScript

Durante el cuarto *sprint*, se implementó el movimiento coordinado de los motores de la cabeza y el cuello del robot DORIS mediante *JavaScript*. Se hizo uso de la placa Arduino UNO, la anterior placa que venía en el robot no es compatible con *Java Script*, esto se utilizó para la comunicación de los motores a través del puerto COM del computador mediante la librería *johnny-five*. Este avance es fundamental para lograr una interacción más dinámica y expresiva del asistente robot.

Figura 6. Programación y movimiento de motores.

```
// Función para realizar un movimiento y esperar un tiempo antes de volver a la posición inicial
CodiumAI: Options | Test this function
export const realizarMovimiento = (servo, angulo, duracion) => {
  if (servo) {
    servo.to(angulo);
    return new Promise((resolve) => {
      setTimeout(() => {
        servo.to(0);
        resolve();
      }, duracion);
    });
  } else {
    console.log("error del servo");
  }
};
```

Fuente: elaboración propia

En el código que se observa en la figura 6, se integraron funciones específicas para controlar los motores en respuesta a las palabras clave detectadas. La librería *Johnny-five* facilitó la conexión y la transmisión de datos con el Arduino UNO del robot DORIS, posibilitando una ejecución precisa de los movimientos. Esto contribuye a una experiencia más realista y cautivadora para los usuarios.

Sprint 5: Integración completa y pruebas de sincronización.

El quinto *sprint*, se enfocó en la integración y pruebas de sincronización para perfeccionar la coordinación entre las palabras pronunciadas por el robot y sus movimientos. Se implementó un componente de *javascript* para la identificación de sílabas, utilizando prueba y error para lograr un resultado lo más preciso posible.

En el proceso de desarrollo, se exploraron diversas estrategias para mejorar la precisión de la sincronización, ajustando los tiempos de ejecución de los movimientos en respuesta a la detección de sílabas específicas en el discurso del

robot. Se realizaron pruebas exhaustivas para validar la eficacia de la coordinación, lo que implicó iteraciones y ajustes continuos para perfeccionar la respuesta del sistema. Este sprint se destacó por su enfoque en la optimización del rendimiento y la calidad de la experiencia del usuario.

Figura 7. Programación y sincronización de motores.

```

7  export const boca = async (req, res) => {
8    try {
9      const { texto, duracionPausa } = req.body;
10
11     if (!texto) {
12       return res.status(400).json({ error: "El texto no puede estar vacío." });
13     }
14
15     for (let i = 0; i < texto.length; i++) {
16       const silaba = texto[i].toLowerCase();
17
18       if (
19         silaba === "." ||
20         silaba === "," ||
21         silaba === ";" ||
22         silaba === ":"
23       ) {
24         // Pausa más larga para signos de puntuación
25         await realizarMovimiento(servoBoca, 0, duracionPausa || 1000); // Duración por defecto de 1000 milisegundos
26       } else {
27         // Duración para sílaba normal
28         const duración = duracionesSilabas[i % duracionesSilabas.length];
29         await realizarMovimiento(servoBoca, 45, duración);
30       }
31     }
32
33     res.status(200).json("Movimientos de la boca ejecutados correctamente.");
34   } catch (error) {
35     res.status(500).json({
36       error: "Error en el controlador de boca",
37       detalle: error.message,
38     });
39   }
40 }

```

Fuente: elaboración propia

Como se muestra en la figura 7 la implementación de código específico para la identificación y sincronización de sílabas, contribuyendo a una integración más fluida entre el discurso y los movimientos del robot. La fase de pruebas de sincronización permitió corregir posibles desajustes y asegurar una representación fiel de la expresión verbal del asistente robot. Este *sprint* sienta las bases para una interacción más natural y efectiva del robot DORIS con los usuarios.

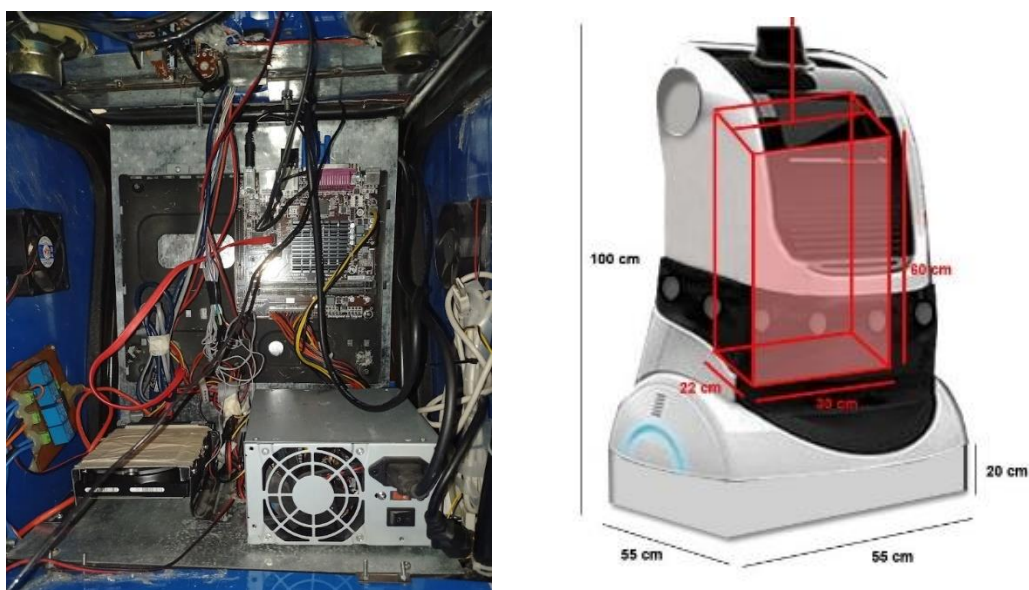
Sprint 6: Implementación de componentes y entrega

Durante el sexto *sprint*, el enfoque se centró en la integración de diversos componentes esenciales en el nuevo cuerpo del robot DORIS mejorado para fines estéticos como se muestra en la figura 8. Esto incluyó la incorporación de nuevos motores para mejorar la movilidad, así como la sustitución de la computadora

anterior, que presentaba problemas de encendido. La integración de estos elementos fue crucial para garantizar un rendimiento óptimo y una operación consistente del robot.

La implementación de los nuevos motores permitió mejorar la funcionalidad y agilidad del robot DORIS, contribuyendo significativamente a su capacidad para realizar movimientos más precisos y expresivos. Además, la sustitución de la computadora fue un paso importante para resolver problemas técnicos previos, asegurando un funcionamiento más fiable del sistema. La integración de estos componentes se llevó a cabo de manera meticulosa, considerando la conexión de cables, transformadores y la placa mini ssc II, para asegurar una configuración coherente y eficiente.

Figura 8. Integración de componentes en el robot DORIS y diseño del robot.



Fuente: elaboración propia

El como se muestra en la figura 8 durante este sprint reflejó la adaptación y configuración de los nuevos componentes dentro del sistema existente. Se llevaron a cabo pruebas exhaustivas para verificar la interoperabilidad y la respuesta coherente de los motores y la nueva computadora. Este sprint marcó un hito en el proceso de desarrollo, la entrega final del robot DORIS con sus componentes integrados allana el camino para futuras mejoras y actualizaciones.

CAPÍTULO III. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se documentan las pruebas para validar la funcionalidad, realizando preguntas que se categorizarán en tres niveles de dificultad en las que incluirán consultas sobre la PUCESA. Además, se lleva a cabo pruebas para identificar la sincronización entre los motores y la voz del robot. Posteriormente, se realiza una validación por medio de una encuesta de satisfacción a los usuarios. Con estos datos se realizan y se detalla el respectivo análisis.

3.1. Pruebas de funcionalidad

Primer nivel

En este nivel se realizan preguntas fáciles para verificar que el asistente no presenta fallos básicos.

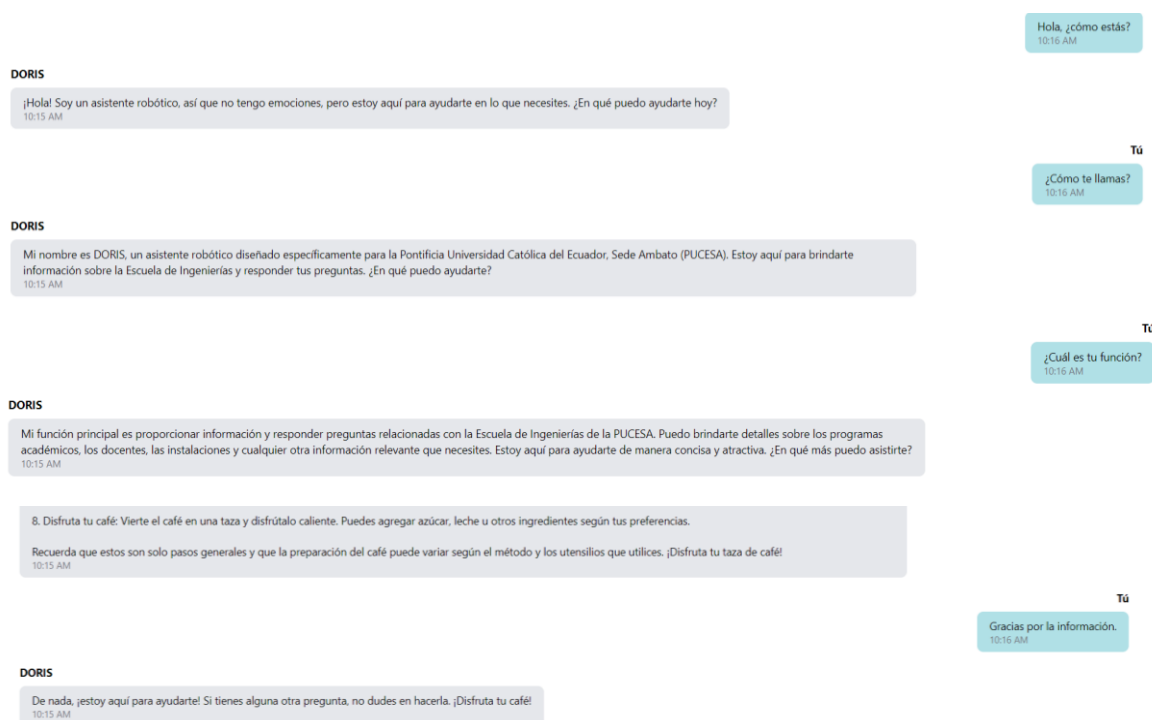
Aclaratoria: Las respuestas obtenidas del robot se basan en la API de la empresa OpenAI. (OpenAI, 2023)

- Prueba de Saludo
 - Acción: Decir al asistente: “Hola, ¿Cómo estás?”
 - Respuesta esperada: El asistente debe de responder de forma amable y cortés al identificar que es un saludo.
 - Respuesta obtenida: “¡Hola! Soy un asistente robótico, así que no tengo emociones, pero estoy aquí para ayudarte en lo que necesites. ¿En qué puedo ayudarte hoy?”
- Prueba de conversación simple
 - Acción: Se mantiene una conversación con preguntas sencillas de responder como lo son: “¿Cómo te llamas?”, “Cuál es tu función”.
 - Respuesta esperada: El asistente robot debe ser capaz de mantener una conversación sencilla con las personas.
 - Respuesta obtenida: ¿Cómo te llamas? “Mi nombre es DORIS, un asistente robótico diseñado específicamente para la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Ambato (PUCESA). Estoy

aquí para brindarte información sobre la Escuela de Ingenierías y responder tus preguntas. ¿En qué puedo ayudarte?”,Cuál es tu función “Mi función principal es proporcionar información y responder preguntas relacionadas con la Escuela de Ingenierías de la PUCESA. Puedo brindarte detalles sobre los programas académicos, los docentes, las instalaciones y cualquier otra información relevante que necesites. Estoy aquí para ayudarte de manera concisa y atractiva. ¿En qué más puedo asistirte?”.

- Prueba de agradecimiento
 - Acción: Después de que el asistente nos ayudará con una respuesta correcta, expresar un agradecimiento, en este caso diciendo “Gracias por la información”.
 - Respuesta esperada: El asistente debe poder reconocer que se realiza un agradecimiento y tiene que responder de una forma cortés.
 - Respuesta obtenida: Se pregunto sobre los pasos para preparar una taza de café y luego de que llegue la respuesta se agradeció y respondió: “De nada, ¡estoy aquí para ayudarte! Si tienes alguna otra pregunta, no dudes en hacerla. ¡Disfruta tu café!”.

Figura 9. Preguntas de primer nivel de complejidad.



Fuente: elaboración propia

Segundo nivel

- Prueba de conocimiento general
 - Acción: Petición al asistente una pregunta general como: “Cual es la capital de Francia”.
 - Respuesta esperada: El asistente debe ser capaz de responder las preguntas de conocimiento general.
 - Respuesta obtenida: “La capital de Francia es París. Es una ciudad conocida por su belleza y su rica historia, su cultura y gastronomía. París es famosa por sus icónicos monumentos como la Torre Eiffel, el Louvre y la Catedral de *Notre-Dame*. También es reconocida como un importante centro cultural y artístico a nivel mundial. ”
- Prueba de conocimiento general
 - Acción: El asistente robot debe tener los conocimientos generales como es el caso de “¿Cuál es la fórmula química del agua?”

- Respuesta esperada: El asistente debe tener el suficiente conocimiento para lograr responder a preguntas generales, en el caso de la anterior pregunta debe ser una respuesta similar a lo siguiente: “La fórmula es H₂O”.
 - Respuesta obtenida: “La fórmula química del agua es H₂O. Esto significa que una molécula de agua está compuesta por dos átomos de hidrógeno (H) y un átomo de oxígeno (O). El agua es una sustancia vital para la vida en la Tierra y es esencial para numerosos procesos biológicos y químicos.”
- Prueba de traducción
 - Acción: Se solicita al asistente que traduzca una frase a otro idioma. “Traduce lo siguiente al inglés: ‘Podrán cortar todas las flores, pero no podrán detener la primavera.’”
 - Respuesta esperada: El asistente debe tener la capacidad de comprender la orden y traducir la frase enviada.
 - Respuesta obtenida: “The translation of ‘Podrán cortar todas las flores, pero no podrán detener la primavera’ into English is: ‘*They may cut all the flowers, but they cannot stop the spring.*’”

Figura 10. Preguntas de primer nivel de complejidad.

Tú

¿Cuál es la capital de Francia?
10:16 AM

DORIS

La capital de Francia es París. Es una ciudad conocida por su belleza, su rica historia, su cultura y su gastronomía. París es famosa por sus icónicos monumentos como la Torre Eiffel, el Louvre y la Catedral de Notre-Dame. También es reconocida como un importante centro cultural y artístico a nivel mundial.
10:15 AM

Tú

¿Cuál es la fórmula química del agua?
10:16 AM

DORIS

La fórmula química del agua es H₂O. Esto significa que una molécula de agua está compuesta por dos átomos de hidrógeno (H) y un átomo de oxígeno (O). El agua es una sustancia vital para la vida en la Tierra y es esencial para numerosos procesos biológicos y químicos.
10:15 AM

T

Traduce lo siguiente al inglés: "Podrán cortar todas las flores, pero no podrán detener la primavera."
10:16 AM

DORIS

The translation of "Podrán cortar todas las flores, pero no podrán detener la primavera" into English is: "They may cut all the flowers, but they cannot stop the spring."
10:15 AM

Fuente: elaboración propia

Tercer nivel

- Prueba de generación de texto creativo
 - Acción: Petición a la inteligencia artificial que realice una historia corta.
 - Respuesta esperada: El asistente debe ser capaz de generar sus propias historias coherentes.
 - Respuesta obtenida: “La historia sigue a Lucas, un joven soñador que descubre un hechizo mágico en el antiguo libro de su abuelo. Al pronunciar las palabras mágicas, es transportado a un mundo asombroso lleno de criaturas mágicas y poderes extraordinarios. Lucas, equipado con sus propios poderes mágicos, se embarca en un viaje donde aprende valiosas lecciones de sabios magos y valientes elfos. A medida que explora este nuevo mundo, Lucas forma un equipo con otros seres mágicos para enfrentar las fuerzas oscuras que amenazan con destruir el equilibrio. Su viaje no solo le otorga habilidades mágicas, sino que también le enseña la importancia de la amistad, la compasión y el sacrificio. Con cada desafío, Lucas se vuelve más fuerte y sabio. Finalmente, Lucas se convierte en un defensor de la paz y la justicia en ese mundo mágico, inspirando a otros con su valentía y bondad. Aunque extraña su hogar, acepta su destino en este reino lleno de maravillas y magia. La historia concluye con Lucas continuando su viaje, explorando nuevos reinos, enfrentando desafíos y protegiendo a aquellos que lo necesitan, siempre recordando que, aunque las flores pueden ser cortadas, la primavera siempre renacerá.”
- Prueba sobre la misión de la PUCESA
 - Acción: Pregunta sobre la misión de la PUCESA
 - Respuesta esperada: Se espera que la frese que entregue sea la misión autentica de la PUCESA o un resumen de esta.

- Respuesta obtenida: “La misión de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Ambato (PUCESA), es la constante búsqueda de la verdad y la promoción de la dignidad humana en todas sus dimensiones. A través de la investigación, la conservación y comunicación del saber, y la vinculación con la sociedad, la PUCESA se compromete con el desarrollo sostenible e integral, tanto a nivel nacional como internacional. La universidad se enfoca en brindar una formación de alta calidad, priorizando la contribución al desarrollo de la sociedad ecuatoriana.”
- Ubicación de la PUCESA
 - Acción: Pregunta sobre: “¿Dónde se encuentra la PUCESA?”.
 - Respuesta esperada: Se espera que la respuesta sea la ubicación precisa de la PUCESA.
 - Respuesta obtenida: “La Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Ambato (PUCESA), se encuentra ubicada en la ciudad de Ambato, en la provincia de Tungurahua, Ecuador. Su dirección exacta es Av. Manuelita Sáenz y Dr. Ernesto López, Ambato EC180207.”

Figura 11. Preguntas de primer nivel de complejidad.

Tú

Crea una historia sobre un joven que viaja a otro mundo en el que adquiere poderes mágicos
10:16 AM

DORIS

Había una vez un joven llamado Lucas, quien siempre había soñado con aventuras y mundos mágicos. Un día, mientras exploraba un antiguo libro en la biblioteca de su abuelo, descubrió un hechizo secreto que prometía llevarlo a otro mundo lleno de maravillas y poderes mágicos.

Intrigado y emocionado, Lucas decidió probar el hechizo. Siguiendo las instrucciones al pie de la letra, pronunció las palabras mágicas y, de repente, se encontró en un lugar completamente nuevo y desconocido.

El mundo al que había llegado era un lugar lleno de criaturas fantásticas, paisajes deslumbrantes y magia en cada rincón. Pronto, Lucas se dio cuenta de que había adquirido poderes mágicos propios. Podía controlar el fuego, mover objetos con la mente y comunicarse con los animales.

A medida que exploraba este nuevo mundo, Lucas se encontró con otros seres mágicos y aprendió de ellos. Un sabio mago le enseñó a controlar sus poderes y a utilizarlos para proteger a los inocentes. Una valiente elfa le mostró cómo usar la magia para sanar y ayudar a otros. Juntos, formaron un equipo para enfrentar las fuerzas oscuras que amenazaban con destruir el equilibrio del mundo.

A lo largo de su viaje, Lucas descubrió que la verdadera magia no solo residía en sus poderes, sino también en su corazón. Aprendió el valor de la amistad, la compasión y el sacrificio. Con cada desafío que enfrentaba, se volvía más fuerte y sabio.

Finalmente, Lucas se convirtió en un poderoso defensor de la paz y la justicia en ese mundo mágico. Su valentía y bondad inspiraron a otros a luchar por lo que era correcto. Y aunque extrañaba su hogar, sabía que había encontrado su verdadero destino en ese mundo lleno de maravillas y magia.

Y así, Lucas continuó su viaje, explorando nuevos reinos, enfrentando desafíos y protegiendo a aquellos que lo necesitaban. Siempre recordaría que, aunque las flores pueden ser cortadas, la primavera siempre renacerá.

10:15 AM

Tú

Escribe la misión de la PUCESA
10:16 AM

DORIS

La misión de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Ambato (PUCESA), es la constante búsqueda de la verdad y la promoción de la dignidad humana en todas sus dimensiones. A través de la investigación, la conservación y comunicación del saber, y la vinculación con la sociedad, la PUCESA se compromete con el desarrollo sostenible e integral, tanto a nivel nacional como internacional. La universidad se enfoca en brindar una formación de alta calidad, priorizando la contribución al desarrollo de la sociedad ecuatoriana.

10:15 AM

Tú

Escribe donde se encuentra la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato
10:16 AM

DORIS

La Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Ambato (PUCESA), se encuentra ubicada en la ciudad de Ambato, en la provincia de Tungurahua, Ecuador. Su dirección exacta es Av. Manuela Sáenz y Dr. Ernesto López, Ambato EC190207.

10:15 AM

Fuente: elaboración propia

Pruebas de sincronización básica

- Se ejecuta una serie de movimientos de los motores del asistente robot, como lo es abrir y cerrar la boca, mientras habla.
- Objetivo: Evaluar la capacidad para mantener la sincronización básica entre los movimientos físicos y la salida de la voz del asistente.
- Resultado: Se realizaron varias preguntas básicas en las que el robot contestó y sincronizó correctamente la voz con la boca.

Prueba de velocidad y sincronización

- Se hacen distintas preguntas con respuestas cortas y largas para ver la velocidad que aplican los motores y cantidad de movimientos emplean para adecuarse al tiempo de reproducción de las palabras del robot.
- Objetivo: Se determina la velocidad de los movimientos en tiempo real sin que se comprometa la sincronización con las palabras.

- Resultado: Los motores tienen un límite de velocidad cuando llegan a moverse demasiado rápido no terminan la tarea completa de abrir y cerrar la boca del robot.

Prueba de desempeño continuo

- Se ejecuta una secuencia continua de movimientos de los motores con preguntas y respuestas continuas para evaluar la consistencia y estabilidad en un uso continuo
- Objetivo: Se garantiza un buen funcionamiento de los motores sin tener problemas con movimientos.
- Resultado: Los motores se mueven correctamente en un uso prolongado de tiempo.

En conclusión, las pruebas del asistente robot en el primer nivel manifestó una buena habilidad

3.2. Validación de la satisfacción de los usuarios

La validación de la satisfacción por parte de los usuarios es crucial para evaluar al asistente robot, debido a que permite la comprensión de la experiencia del usuario e identificar las áreas por mejorar. En esta sección se detalla el proceso del instrumento de satisfacción que se observa en el Anexo 1, que consiste en una encuesta que está diseñada para capturar las percepciones de los usuarios sobre el robot. La escala de evaluación utilizada va del 1 al 5, en donde 1 representa “Nada Satisfecho” y 5 “Muy satisfecho”.

Resultados de la aplicación del instrumento:

- **Facilidad de uso**

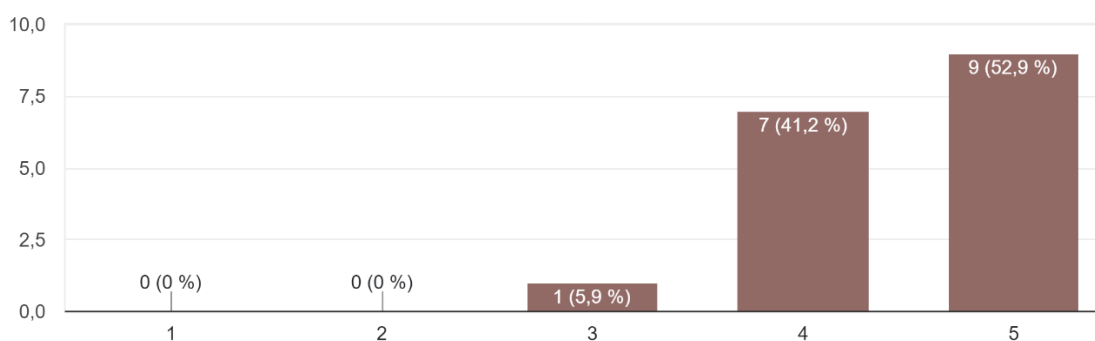
Esta pregunta refleja la facilidad que tienen los beneficiarios para el uso del asistente robot, arrojó resultados que benefician la experiencia de usuario en términos de accesibilidad y simplicidad esto se observa en la figura 12. El 52.9% marcó 5, que demuestra que se encuentran muy satisfechos con la facilidad de uso. El 41.2% de los usuarios marcaron 4, que expone que están satisfechos con por la facilidad de uso. Por último, el 5.9% seleccionaron 3,

que indica que se encuentran en un punto neutral en otras palabras no están muy satisfechos o nada satisfechos.

Figura 12. Gráfica de barras de los resultados de la primera pregunta de la encuesta

Facilidad de uso

17 respuestas



Fuente: elaboración propia

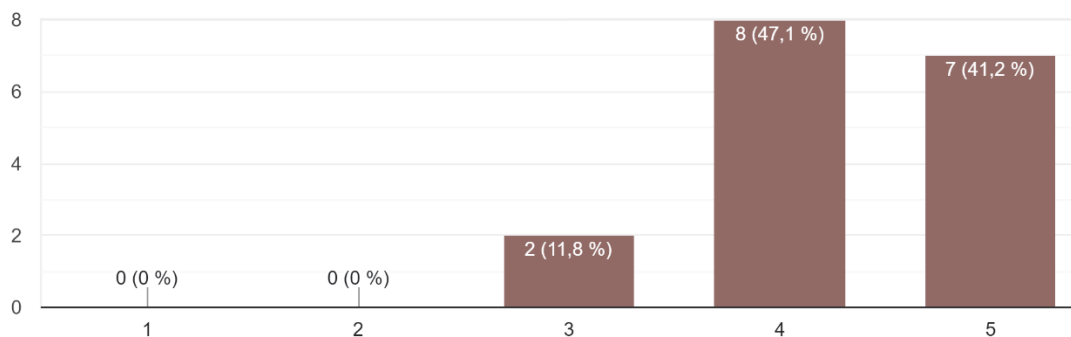
- **Precisión de las respuestas**

Los resultados revelaron una repartición más equilibrada en las respuestas. En tal sentido se observa en la figura 13 que los usuarios marcaron 4, para ser más específicos el 47.1%, esto expresa que se encuentran satisfechos con la precisión en las respuestas del asistente robot. El 41.2 marcó 5, que equivale a Muy satisfecho y el 11.8% marcó 3, indicando que su opinión es neutra.

Figura 13. Gráfica de barras de los resultados de la segunda pregunta de la encuesta

Precisión de las respuestas

17 respuestas



Fuente: elaboración propia

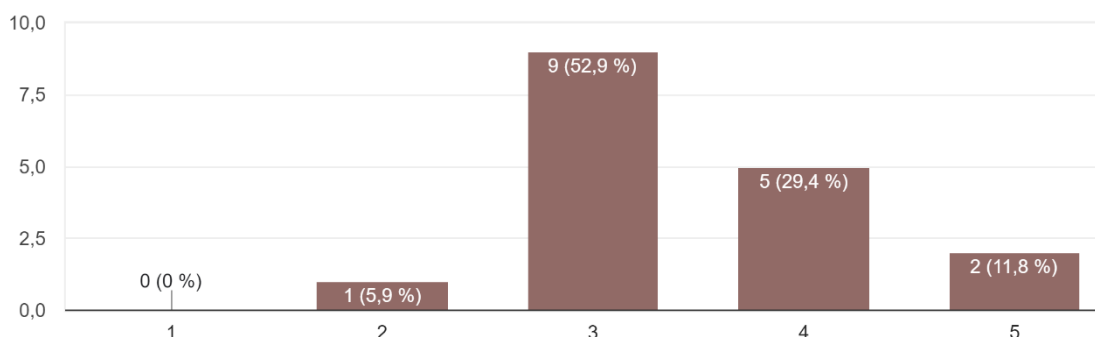
- **Rapidez en la obtención de información**

En la percepción de la rapidez para la obtención de información del asistente robot mostró datos relevantes como se observa en la figura 9. Solo el 11.8% marcó que se encuentra muy satisfecho con la rapidez de la respuesta. La mayoría de los usuarios con un 52.9% calificaron con un 3, expresando que la velocidad del asistente robot era moderada. Además, el 29.4% se encuentran satisfechos y un 5.9% se encuentran poco satisfechos. Los resultados demuestran que la velocidad de respuesta es aceptada.

Figura 9. Gráfica de barras de los resultados de la tercera pregunta de la encuesta

Rapidez en la obtención de información

17 respuestas



Fuente: elaboración propia

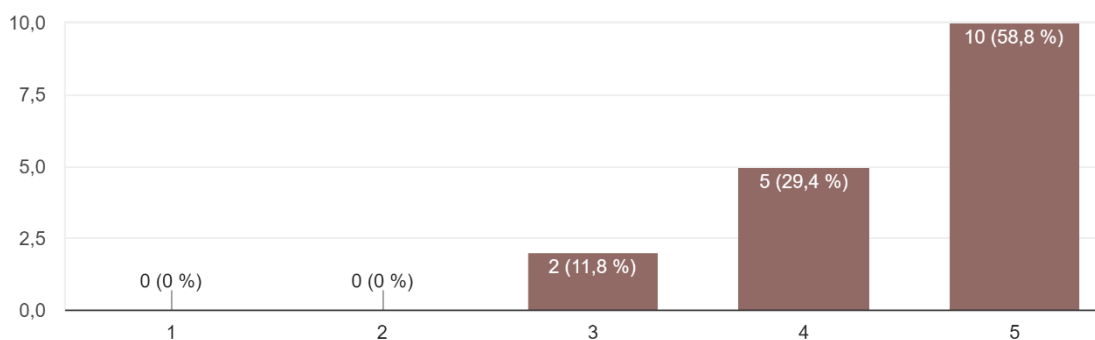
- **Nivel de conocimiento y funciones respecto al entorno de la PUCESA**

En cuanto al conocimiento del asistente robot con respecto a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato, los resultados revelan la satisfacción significativa por las respuestas proporcionadas a los usuarios por parte del asistente como se puede observar en la figura 14. Indica que solo el 11.8% de los encuestados se encuentra con una posición neutral, mientras que el 29.4% se encuentra satisfecho y el 58.8% está muy satisfecho con los resultados del asistente. Esto demuestra que el asistente cuenta con los conocimientos necesarios y apropiados sobre la PUCESA.

Figura 14. Gráfica de barras de los resultados de la cuarta pregunta de la encuesta

Nivel de Conocimiento y funciones respecto al entorno de la PUCESA

17 respuestas



Fuente: elaboración propia

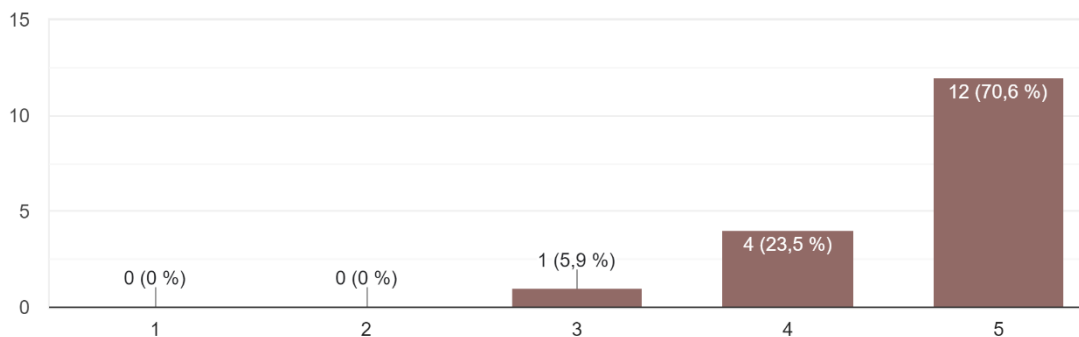
- **Interfaz del asistente robot**

La interfaz es un punto para destacar por los usuarios debido a que llamó la atención de los usuarios según los resultados de la encuesta. En la que se expresa que 70.6% se encuentran muy a gustos con la interfaz del asistente, el 23.5% se encuentran satisfechos y solo el 5.9% están en una posición neutral. Esto recalca que la interfaz, el diseño visual y la presentación del sistema fueron muy bien recibidos.

Figura 15. Gráfica de barras de los resultados de la quinta pregunta de la encuesta

Interfaz del asistente robot

17 respuestas



Fuente: elaboración propia

Los resultados de la validación del asistente robot son positivos en las diversas áreas que se evaluó. Se observa que los usuarios expresan una satisfacción por la facilidad de uso del asistente, la precisión del robot es la correcta dando respuestas adecuadas y la interfaz es simple y amigable para el usuario. La rapidez al obtener información obtuvo calificaciones moderadas. El asistente también demostró que tiene el suficiente conocimiento sobre la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato.

CONCLUSIONES

- Se implementó la API de OpenAI en asistente robot de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato proporcionando una mejor comunicación entre el usuario y en la que se logró una conversación más natural con el uso de la librería de OpenAI, además responde a la mayoría de las preguntas de manera satisfactoria para el usuario, empleando como una referencia a la entrevista realizada al director de la Escuela de Ingenierías y al estado del arte. Se proporcionó movimiento a los motores de la boca, cabeza y cuello del robot usando Java Script, la librería Johnny-Five y una placa Arduino UNO. Logrando una interacción un poco más humana, amigable e interactivo para el usuario final. Esta ha logrado mejorar el asistente robot de manera correcta y funcional de las articulaciones motorizadas.
- Se fundamentó que el uso de la inteligencia artificial en los asistentes robot son importantes para satisfacción y experiencia de los usuarios como se evidenció por la buena acogida por los estudiantes de la Escuela de Ingenierías demostrada en las encuestas de satisfacción con un 52,9% en la facilidad de uso evidenciando una muy buena aprobación, 47,1% que están satisfechos con la precisión de las respuestas, en la rapidez se demostró que hay que mejorar debido al resultado regular de 52,9%, el nivel de conocimiento sobre la PUCESA es muy eficaz para los usuarios demostrado con un 28.8% de conformidad y de igual manera la interfaz tiene una muy buena aceptación del 10,6%. Además de ello se fundamenta con el estado del arte del proyecto.
- Se analizaron los resultados del asistente robot usando tres niveles de pruebas desde las más básicas a las más complejas. Esto proporcionó un resultado favorable y evidenció que los resultados del proyecto son adecuados al objetivo planteado.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que al transportar al asistente robot de un lugar a otro, moverlo cuidadosamente debido a que los alambres del robot que conectan las articulaciones con los motores pueden llegar a desprenderse.
- Si llegara el caso de que se formateara el computador interno es recomendable la instalación del sistema operativo Windows 10 o superiores por compatibilidad de las librerías del proyecto, además se debería instalar *visual studio build tools 2017* y Python que no son parte del proyecto, pero son esenciales para el funcionamiento de la librería Johnny-Five.
- Para el uso del asistente robot se recomienda realizar un pago el cual no es muy elevado debido a que la API no es gratuita.

BIBLIOGRAFÍA

- Abeliuk, A., & Gutiérrez, C. (2021). Historia y evaluación de la inteligencia artificial. *Revista Bits de Ciencia*, 21, 14–21. <https://revistasdex.uchile.cl/index.php/bits/article/view/2767>
- Cárdenas-Camarena, L. (2023). ¿Y la inteligencia artificial en cirugía plástica? *Cirugía Plástica*, 33(2), 59–60. <https://doi.org/10.35366/112373>
- Cesar, J., Becerra, A., Elena, C., & Vanegas, D. (2018). Propuesta de un método para desarrollar Sistemas de Información Geográfica a partir de la metodología de desarrollo ágil - SCRUM. *Cuaderno activa*, 10, 29–41. <https://doi.org/10.53995/20278101.490>
- Christian Dennis, V. Q. (2021). Derecho e Inteligencia Artificial en el mundo de hoy: escenarios internacionales y los desafíos que representan para el Perú. *THEMIS Revista de Derecho*, 79, 311–322. <https://doi.org/10.18800/THEMIS.202101.017>
- Dell Technologies. (2018, septiembre 18). Inteligencia Artificial: ¿Qué es el Aprendizaje De Refuerzo? Una Explicación Simple y Ejemplos Prácticos Spain. Dell Technologies. <https://www.dell.com/es-es/blog/inteligencia-artificial-aprendizaje-refuerzo-explicacion-y-ejemplos/>
- Domínguez-Alcón, C. (2017). Ética del cuidado y robots. *Cultura de los Cuidados*, 21(47), 9–13. <https://doi.org/10.14198/CUID.2017.47.01>
- Ecuabots. (2023). Ecuabots | Usos y aplicaciones. Ecuabots. <https://www.ecuabots.com/usos-y-aplicaciones>
- Giraldo Forero, A. F., Orozco Duque, A. F., Giraldo Forero, A. F., & Orozco Duque, A. F. (2023). Evolución del procesamiento natural del lenguaje. *TecnoLógicas*, 26(56), e2687. <https://doi.org/10.22430/22565337.2687>
- Guarnizo Marin, J. G., Bautista Díaz, D., & Sierra Torres, J. S. (2021). Una revisión sobre la evolución de la robótica móvil. Una revisión sobre la evolución de la robótica móvil. <https://doi.org/10.15332/DT.INV.2021.02848>

- Guzmán, J. (2019). UAPA. Técnicas de Investigación de Campo. CUAED/Facultad de Contaduría y Administración. <https://uapa.cuaieed.unam.mx/sites/default/files/minisite/static/0fecd888-6a3f-4b31-b704-a2d94e3eed72/U000308176506/index.html>
- Hamui Sutton, A., & Hamui-Sutton, A. (2013). Un acercamiento a los métodos mixtos de investigación en educación médica. *Investigación en educación médica*, 2(8), 211–216. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572013000400006&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Herrera, R. Y. (2023). Sistema basado en el modelo de lenguaje ChatGPT para atender a clientes de la UCE. *UCE Ciencia. Revista de postgrado*, 11(2), 2023. <http://uceciencia.edu.do/index.php/OJS/article/view/330>
- Logicsolutions. (2020, enero 2). What is Scrum and How Does It Work - Logic Solutions. <https://www.logicsolutions.com/what-is-scrum-how-it-works/>
- Lopezosa, C. (2023). Bing chat: hacia una nueva forma de entender las búsquedas. *Anuario ThinkEPI*, 17. <https://doi.org/10.3145/THINKEPI.2023.E17A04>
- Marr, B. (2022, octubre 10). The 5 Biggest Artificial Intelligence (AI) Trends In 2023. *Forbes*. <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2022/10/10/the-5-biggest-artificial-intelligence-ai-trends-in-2023/?sh=1fae2f041d3d>
- Martins, J. (2023, junio 19). Scrum: conceptos clave y cómo se aplica en la gestión de proyectos. *Asana*. <https://asana.com/es/resources/what-is-scrum>
- McCarthy, J. (1955). A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence. *Stanford*. <http://jmc.stanford.edu/articles/dartmouth.html>
- Mejía Caballero, C. A. (2013). El desarrollo de robots humanoides en Japón y las implicaciones del valle inquietante. *Universidad de Salamanca*. <https://gredos.usal.es/handle/10366/121153>
- Mercader Uguina, J. R., & Mercader Uguina, J. R. (2018). Robótica y riesgos laborales. *Archivos de Prevención de Riesgos Laborales*, 21(3), 121–122. <https://doi.org/10.12961/APRL.2018.21.03.1>

- Militar de Cadetes, E., José María Córdova, G., & Zafra Galvis, C. (2006). Revista Científica General José María Córdova. General José María Córdova, 4, 13–14. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=476259067004>
- Musk, E., Sutskever, I., Greg, B., & Altman, S. (2016, julio 20). OpenAI technical goals. OpenAI. <https://openai.com/blog/openai-technical-goals>
- National Geographic. (2020, diciembre 2). Breve historia visual de la inteligencia artificial. Historia y evolución de la inteligencia artificial. https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/breve-historia-visual-inteligencia-artificial_14419
- Ollero Baturone, A. (2001). Robótica: Manipuladores y Robots Móviles. En Marcombo. Marcombo. https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=TtMfuy6FNCcC&oi=fnd&pg=PR15&dq=sensores+de+robots&ots=33PXI_s1bM&sig=VjVOXpN1PN-CrTBAXqIEfSJLUPQ&redir_esc=y#v=onepage&q=sensores%20de%20robots&f=false
- OpenAI. (2023a). DORIS V3 (10 de Diciembre). [Gran Modelo de Lenguaje]. <https://api.openai.com/v1/chat/completions>
- OpenAI. (2023b). Documentation - OpenAI API. OpenAI. <https://platform.openai.com/docs/introduction/overview>
- Oviedo Santillán, M. I., & López Parra, M. F. (2019). Vista de Una aproximación a lo cualitativo: identificando las creencias de la compartición de conocimiento en las comunidades de práctica | Estudios de la Gestión: Revista Internacional de Administración. UNIVERSIDAD ANDINA SIMÓN BOLÍVAR, Sede Ecuador. <https://doi.org/https://doi.org/10.32719/25506641.2020.7.1>
- Pareto Boada, J. (2021). Prolegómenos a una ética para la robótica social. Dilemata, 34, 71–87. <https://www.dilemata.net/revista/index.php/dilemata/article/view/412000410>
- Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato. (2022). Misión, Visión, Valores e Historia PUCESA. <https://www.pucesa.edu.ec/mision-vision/>

- Quinde Endara, E. J. (2023). Implementación de un asistente virtual con Inteligencia Artificial para la gestión de proyectos. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <http://repositorio.puce.edu.ec:80/handle/22000/21249>
- Ramires Hernández, P., Valle Cruz, D., & Mx, D. (2022). Los Asistentes virtuales basados en Inteligencia Artificial. *ReCIBE, Revista electrónica de Computación, Informática, Biomédica y Electrónica*, 11(2), C1-11. <https://doi.org/10.32870/RECIBE.V11I2.251>
- Samuel, A. L. (1959). Some Studies in Machine Learning Using the Game of Checkers. *IBM Journal of Research and Development*, 3(3), 210–229. <https://doi.org/10.1147/RD.33.0210>
- Schwaber, K., Sutherland, J., & Definitiva, L. G. (2020). *La Guía Scrum. Scrum Guides*.
- Sevilla Salcedo, J., Carrasco Martínez, S., Castillo Montoya, J. C., Castro-González, A., & Salichs, M. A. (2022). Modelos de lenguaje natural para robots sociales. *XLIII Jornadas de Automática: libro de actas: 7, 8 y 9 de septiembre de 2022, Logroño (La Rioja)*. <https://doi.org/10.17979/spudc.9788497498418.0828>
- Silva Segovia, M. P., & Ortiz López, P. S. (2010). Implementación de una base inteligente autómatas para dotarle de cuerpo al humanoide de la escuela de Ingeniería de Sistemas de la Pontificia Universidad Católica sede Ambato en el período académico 2009 - 2010. Pontificia Universidad Católica sede Ambato. <https://repositorio.pucesa.edu.ec/handle/123456789/153>
- Timkyw, N., Bournissen, J. M., & Tumino, M. C. (2020). Scrum como Herramienta Metodológica para el Aprendizaje de la Programación. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, 26. <https://doi.org/10.24215/18509959.26.e9>
- Torregroza, É., & Castillo C, M. (2013). *Cultura de la investigación para los estudios urbanos, políticos e internacionales* (Editorial Universidad del Rosario, Ed.; Ilustrada). <https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=mFwyDwAAQBAJ&oi=fnd&>

pg=PA293&dq=investigaci%C3%B3n+bibliogr%C3%A1fica&ots=EWjpM82Et
 2&sig=TWTnYF8HWpu0-
 gH8k6RnKCtq68U#v=onepage&q=investigaci%C3%B3n%20bibliogr%C3%A1
 fica&f=false


Turing, A. (1950). Maquinaria computacional e Inteligencia Alan Turing, 1950.
 Universidad de Chile.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8728679>

Universidad de Guanajuato. (2023, julio 12). Clase digital 3. Programación y control
 de robots - Recursos Educativos Abiertos. Universidad de Guanajuato.
<https://blogs.ugto.mx/rea/clase-digital-3-programacion-y-control-de-robots/>

Universidad Europea. (2022, octubre 7). Aprendizaje supervisado y no supervisado
 | Blog UE. Universidad Europea.
<https://universidadeuropea.com/blog/aprendizaje-supervisado-no-supervisado/>

ANEXOS

Anexo N°1. Encuesta de satisfacción del asistente robot de la PUCESA

 Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato	
Encuesta de satisfacción del asistente robot "DORIS" de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato con la API de OpenAI programado en entorno web.	
Objetivo	Este instrumento tiene como fin evaluar el nivel de satisfacción de los usuarios (estudiantes de la Escuela de Ingenierías), del asistente robot Doris construido como parte de un trabajo de investigación en la PUCESA
Audiencia	Estudiantes de la Escuela de Ingenierías de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato.
Escala de evaluación: 1 al 5, en donde 1 representa "Nada satisfecho" y 5 representa "Muy satisfecho". También se pueden proporcionar comentarios de ser el caso.	
Carrera y semestre: <hr/>	

Preguntas:

Facilidad de uso

¿Qué tan fácil ha sido utilizar el asistente robot? Evalúe su nivel de satisfacción.

1 (Nada satisfecho)

2 (Poco satisfecho)

3 (Neutral)

4 (Satisfecho)

5 (Muy satisfecho)

Precisión de las respuestas

¿Qué tan precisas considera que son las respuestas proporcionadas por el asistente robot? Indique su nivel de satisfacción.

1 (Nada satisfecho)

2 (Poco satisfecho)

3 (Neutral)

4 (Satisfecho)

5 (Muy satisfecho)

Rapidez en la obtención de información

Valore la velocidad con la que el asistente robot proporciona la información que busca. Evalúe su nivel de satisfacción.

1 (Nada satisfecho)

2 (Poco satisfecho)

3 (Neutral)

4 (Satisfecho)

5 (Muy satisfecho)

Nivel de Conocimiento y funciones respecto al entorno de la PUCESA

Evalúe el nivel de conocimiento y las funciones del asistente robot en relación con el entorno de la PUCESA.

- 1 (Nada satisfecho)
- 2 (Poco satisfecho)
- 3 (Neutral)
- 4 (Satisfecho)
- 5 (Muy satisfecho)


Interfaz del asistente robot

¿Cómo calificaría la interfaz del asistente robot? Evalúe su nivel de satisfacción.

- 1 (Nada satisfecho)
- 2 (Poco satisfecho)
- 3 (Neutral)
- 4 (Satisfecho)
- 5 (Muy satisfecho)

Gracias por su tiempo y colaboración.

Anexo N2. Entrevista al director de escuela de la Escuela de Ingeniería de la PUCESA

 Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato	
Entrevista para adquisición de información sobre el estado y funcionamiento del robot DORIS de la Escuela de Ingenierías de la PUCE Ambato	
Objetivo	Obtener información sobre el robot Doris como tecnología, ventajas y desventajas de su uso antes de la mejora.
Entrevistados	Mg. Santiago Alejandro Acurio Maldonado Director Escuela de Ingenierías
Consideraciones Generales	
Solicitar información que sean relevantes para el desarrollo del proyecto.	
Desarrollo:	
<p>¿Cuál es el lenguaje de programación que utiliza el asistente robot Doris en la actualidad?</p> <p>Actualmente este trabajo de investigación está basado todavía en una tarjeta Pentium 4, es un computador de generación un poco antigua y mantiene un sistema operativo de Windows XP y el lenguaje de programación utilizado es Visual Studio 6, de manera particular Visual Basic 6, y están implementadas rutinas sobre ese lenguaje que digamos es la base. Se utiliza una base de datos tipo Access, pero que es administrada directamente por la codificación del programa del ejecutable y mantiene algunos vínculos con otros sistemas, pero el lenguaje de programación básicamente es Visual Studio 6, Visual Basic.</p>	

¿Cuáles son las desventajas o limitaciones que has encontrado al emplear este lenguaje?

Bueno, una de las desventajas que tenemos es que es una tecnología ya un poco antigua y no permite la implementación de módulos más actuales, entonces nosotros no podemos escalar, ese es el problema básicamente, no tenemos la capacidad de escalar sobre tecnologías más actuales que nos permitan desarrollarnos en otras áreas, facilitar otro tipo de funciones, conectividad con Internet u otros módulos de bases de datos más actuales, en fin, digamos que la escalabilidad es el problema más significativo que tenemos al momento.

¿Qué bibliotecas o *frameworks* se utilizan en el desarrollo de este software, en este robot? ¿Se han personalizado o creado módulos específicos para adaptarlos a las necesidades de la escuela de ingenierías?

Ya, en realidad sí ha habido algunas adaptaciones, se utilizan módulos básicos de Visual Studio para el manejo de dispositivos, periféricos, mouse, teclados, y los vínculos que hay son sobre todo con la cámara web, que tiene en el ojo del robot, un ojo derecho, tiene una cámara web, una webcam, entonces para el procesamiento de las imágenes se ha utilizado un módulo de conectividad. Para lo que es la conectividad con la cámara se utiliza un módulo propio de *Genius*, que es esta cámara que se está utilizando, provisto para *Visual Studio 6* y que hace la conexión con un API. Luego se ha utilizado el puerto DB9, para el puerto de comunicaciones, puerto COM, para la conexión con una tarjeta controladora de servomotores, efectivamente para la controladora de servomotores también hay una API, que nos permite enviar por el puerto DB9 señales eléctricas para que se active una tarjeta controladora, tiene la capacidad si no me equivoco de 6 servomotores, de los cuales para el movimiento están utilizándose solamente 3, 3 servomotores hacen el movimiento de la cabeza arriba-abajo, izquierda-derecha y el movimiento de la boca para el momento del habla. Y finalmente para el reconocimiento de la voz está conectado con un módulo también de desarrollo, todos estos son APIs propias de los elementos, la tarjeta de controladora de servomotores tiene su API de desarrollo para, un *framework* de desarrollo para

Visual Studio, la cámara tiene un *framework* de desarrollo para *Visual Studio*, y *Dragon Natural Speaking* es una interfaz con el software de reconocimiento de voz que permite desarrollar aplicaciones, entonces viene con un paquete para desarrolladores, todos estos elementos que te comento, tanto de hardware como de tarjeta de movimiento los servomotores, la cámara o software que es el *Dragon Natural Speaking* proveen herramientas para desarrolladores, entonces nosotros lo que hicimos es utilizar esas herramientas de desarrolladores para cada una de las funcionalidades, el *Dragon* para transportar la voz de las preguntas a texto y lo contrario, de las respuestas de texto transformarlos nuevamente a voz, la controladora de servos, los movimientos y la cámara, las imágenes, estos serían digamos las APIs más significativas que tiene el desarrollo.

Con relación a estas APIs, ¿ha tenido algunos errores, alguna inconsistencia?

La que más problemas da es el reconocimiento de la voz, porque es una versión que no se puede escalar, como te decía en la pregunta anterior, nosotros no podemos tener la versión de *Dragon Natural Speaking* más actual de lo que soporta el sistema operativo que tiene la placa base del robot, entonces la efectividad en el reconocimiento de la voz suele ser una de las principales inconvenientes, la tarjeta controladora de servos funciona muy bien y el reconocimiento de imágenes por webcam también funciona super bien, pero digamos que nuestros mayores inconvenientes han sido con el reconocimiento de la voz y la traducción con fidelidad de lo que se habla a texto para la búsqueda en la máquina de inferencias y todo.

¿Podría darme detalles acerca de la tecnología utilizada para el movimiento del robot, qué componentes del sistema son responsables de su movilidad?

Correcto, como te decía en el cuello del robot se encuentra conectada a través de un puerto DB9 una tarjeta controladora de servos, básicamente lo que hace la tarjeta controladora de servos es recibir señales eléctricas que se transforman en unos y ceros, de acuerdo a la combinación de unos y ceros activar tres

servomotores que el robot tiene en la cabeza, entonces la tarjeta envía la señal para mover en el ángulo que se necesita y el tiempo que se necesita, básicamente se le da estos parámetros a la tarjeta controladora desde el software, qué cantidad de ángulo y qué cantidad de tiempo se va a activar cada uno de esos servomotores en secuencia, y esto depende de las respuestas, aquí se admisiona a base de datos una longitud de respuestas, entonces si el texto de la respuesta va a tener, se cuenta en el número de palabras, tiene muchas palabras, se estima un valor de tiempo de movimiento por palabra, entonces una persona toma X o Y tiempo, hemos hecho una medición experimental y hemos calculado el tamaño de las frases y de acuerdo a ese tamaño de las frases se le manda la orden de movimiento de la cabeza durante un tiempo que coincida lo más fiablemente con el texto que está reproduciendo en voz el robot, entonces se combinan tres movimientos, el movimiento de la cabeza hacia arriba y abajo que es más o menos lo que una persona habla, de izquierda a derecha la cabeza y el movimiento de la mandíbula, entonces el robot mueve la cabeza de izquierda a derecha, de arriba a abajo ligeramente cuando está respondiendo preguntas, pero tiene una funcionalidad también preestablecida que son canciones por ejemplo, cuando reproduce una canción ya los movimientos de los servomotores están programados de acuerdo a la canción, entonces el robot se mueve con muchísima mayor precisión, entonces repite cosas pregrabadas, tiene la capacidad de repetir cosas pregrabadas con más fidelidad, entonces ahí parece efectivamente con más efectividad que canta porque nosotros tenemos ya los tiempos de la canción y sabemos cuáles son los movimientos que deben hacerse y programamos esos movimientos con mayor exactitud para que coincidan exactamente en los tiempos de la canción, entonces el robot parece que canta con mayor fidelidad que lo que parece que habla, porque cuando habla hay que hacer todo este cálculo, contar las palabras, contar el tamaño de las palabras, palabras que tienen cinco letras se demoran más que palabras de ocho y de este conteo se calcula el tiempo en que debe estar moviéndose la boca del robot, entonces cada palabra tiene un movimiento de apertura, lo propio se hace con las vocales por ejemplo, las vocales son en los instantes en los que se abre más la boca, entonces ese estudio se hace para determinar la cantidad de tiempo que deben moverse los tres servomotores y simular que el robot está hablando.

¿Cuáles son las aplicaciones y funcionalidades actuales del asistente robot en la Escuela de Ingenierías?

Prácticamente ahorita el robot está en trabajo de investigación, es una fuente de investigación para mejorar algoritmos en realidad, pues nosotros hemos venido estudiando el robot durante algunos procesos de trabajos de investigación y de titulación en donde se ha ido mejorando la asertividad, entonces la máquina ingresando más palabras, más frases, por el momento DORIS sabe de informática, si uno le pregunta que es un disco duro, una memoria RAM, un computador, un algoritmo, un diagrama de flujo, responde con mayor efectividad y eso es un poco en base al entrenamiento que se le ha venido dando, pero el entrenamiento es solamente basado en una máquina de inferencias, digamos los principios de inteligencia artificial se han ido desarrollando, tiene una base de conocimiento ahora y luego lo que hemos ido es incrementando la base de conocimiento de acuerdo al concepto de sistema experto, pero hasta allí en el momento, y eso ha venido desarrollándose como procesos o partes de una fase investigativa, en primera instancia el robot solo repetía movimientos, solo cantaba canciones pregrabadas y luego hemos venido incrementando estos conceptos de inteligencia artificial hasta el momento que está ahora, que tiene la capacidad de entender y de responder y cuando su máquina de inferencia no encuentra una respuesta, igual te responde, te dice de ese tema no sé, o no entiendo lo que me estás diciendo, entonces ya tiene la capacidad también de, si no está en su base de conocimiento, tiene la capacidad de responder, que no tiene conocimiento sobre ese tema que están tratando, pero no habla todavía digamos de fuera de su conocimiento, no tiene la capacidad de charla formalmente, y digamos es lo que estamos buscando incrementar ahora.

¿Se ha considerado la posibilidad de la inteligencia artificial en el robot DORIS para mejorar sus capacidades y habilidades de respuesta?

Bueno, en realidad algunos conceptos pequeños de inteligencia artificial tienen, digamos que los más básicos como búsqueda, inferencia, conocimiento, tienen, pero digamos que conceptos más actuales deberían ser implementados, de

hecho el objetivo del robot es de ese mismo, incrementando nuevos conceptos de inteligencia artificial, ahora todo lo que tiene es, como te digo, conceptos de inteligencia artificial tiene el robot, pero los más actuales hoy tenemos un desarrollo tan rápido en inteligencia artificial que no ha permitido que tengamos actualizaciones precisamente ni tanto del hardware ni del software del robot.

En relación con la interacción humano-robot, ¿qué desafíos se han enfrentado en cuanto a la comunicación y la comprensión de las solicitudes de los usuarios?

Hemos tenido algunos desafíos, el problema más significativo con el que nos hemos encontrado es el reconocimiento de la voz, entonces uno le entrena al robot de acuerdo a la voz, digamos, y a la narrativa humana de manera individual, es decir, si tú viajas a otra zona del país nada más, entenderle a una persona de la costa es diferente que entenderle a una persona de la sierra, el ritmo de la conversación es distinto, cuando digo el ritmo, es la velocidad con la que se pronuncian las palabras, entonces ese es, digamos, el reto más significativo que nosotros hemos enfrentado con el robot, entonces, ¿cómo hemos luchado contra ese reto? es a través del aprendizaje y el entrenamiento, entonces el robot tiene opciones de entrenamiento para el habla, entonces, normalmente, y todo nos hemos basado en las librerías, las APIs de Dragon Natural Speaking, entonces Dragon Natural Speaking nos permite entrenarle al agente de voz, es un agente pequeñito que se trabaja, que es la base, digamos, para las traducciones de Word, por ejemplo, cuando tú le dictas a Word, le dictas texto, Word se va entrenando a tu voz y a tu ritmo, entonces lo que hemos hecho con el robot para enfrentar a las mujeres, ese ha sido el reto más difícil, ha sido entrenarle con diferentes personas, entonces hemos ido entrenando, entrenando, entrenando y a medida que hemos tenido más entrenamientos con diferentes tipos de personas, con diferentes acentos, hombres, mujeres, porque también hemos encontrado problemas en el reconocimiento de la voz del género, no es lo mismo reconocer la voz de los hombres que de las mujeres, entonces este ha sido el reto más significativo, entonces cuando no te reconoce bien lo que hablas, todo lo demás no funciona, entonces yo puedo tener una máquina de inferencia súper

espectacular, pero si no logramos entender o traducir de manera adecuada la voz a texto, todo el resto del robot no funciona, entonces ese ha sido el reto más significativo y te cuento más o menos cómo lo hemos venido mejorando, cada vez el robot tiene mayor receptividad en cuanto al nivel de traducción de texto a voz y de voz a texto, porque hace las dos cosas, primero transforma lo que le dicen a texto, hace la búsqueda, recorta palabras, tiene una máquina de inferencia programada, recorta palabras, decide cuál es la palabra más importante de su busca, tiene prioridades, encuentra una respuesta, articula la respuesta en texto y tiene que otra vez traducir lo que está en texto a voz, ese es digamos el reto más importante.