

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



**Optimización de la Educación Informal al Aire Libre Mediante
GPTs y Almacenes de Vectores**

Trabajo de graduación presentado por Jorge Caballeros Pérez para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería en Ciencia de la Computación y Tecnologías de la Información

Guatemala,

2024

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



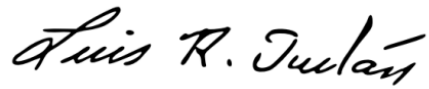
**Optimización de la Educación Informal al Aire Libre Mediante
GPTs y Almacenes de Vectores**

Trabajo de graduación presentado por Jorge Caballeros Pérez para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería en Ciencia de la Computación y Tecnologías de la Información

Guatemala,

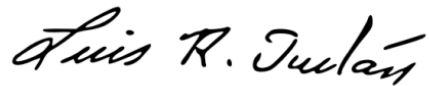
2024

Vo.Bo.:



(f) _____
Luis Roberto Furlan Collver

Tribunal Examinador:



(f) _____
Luis Roberto Furlan Collver



(f) _____
Gabriel Antonio Barrientos Rodriguez



(f) _____
Douglas Leonel Barrios Gonzales

Fecha de aprobación: Guatemala, 2 de diciembre de 2024.

En primer lugar, agradezco a mis padres, Jorge y Karina, por brindarme la oportunidad de desarrollarme profesionalmente y por ser un apoyo emocional incondicional a lo largo de toda la carrera.

A mis hermanas, Astrid y María Fernanda, por su aliento constante en los momentos más difíciles.

Agradezco también a Douglas Barrios, por inspirarme a amar esta carrera desde la primera clase y por su apoyo y empatía.

A Luis Furlán, por su invaluable guía y apoyo, que fueron clave en la realización de este trabajo.

A Gabriel Barrientos, por su escucha atenta, sus consejos, y su tiempo, que fueron un soporte invaluable en momentos críticos. Su autenticidad y profesionalismo han sido una inspiración.

A mis amigos Deyler Ruíz y Alejandra Guzmán, gracias por su amistad y apoyo constante, que hicieron más llevaderos los retos personales y profesionales.

A Camila Figueroa, por creer en mí, acompañarme y alentarme durante una gran parte del proceso.

Finalmente, extendiendo mi gratitud a la Universidad del Valle de Guatemala por no solo permitirme desarrollarme profesionalmente, sino también por los valores que cultiva en cada uno de sus estudiantes.

Prefacio	I
Índice	III
Lista de figuras	VI
Resumen	VII
Abstract	IX
1. Introducción	1
2. Justificación	3
3. Objetivos	5
3.1. Objetivo general	5
3.2. Objetivos específicos	5
4. Marco teórico	7
4.1. Historia y evolución de la inteligencia artificial	7
4.2. Aplicación de la IA en diversos sectores	7
4.3. El rol de la tecnología en movimientos educativos y formativos tradicionales	8
4.4. Modelos Generativos de Transformadores Pre-entrenados (GPTs) de OpenAI	8
4.5. Almacenes de vectores	8
4.6. Recuperación de datos con almacenes de vectores	9
4.7. Impacto de la IA en la educación y aprendizaje	9
4.8. Proyectos relacionados con el uso de la IA para la educación	9
4.9. Propuesta de la herramienta “Camping Buddy”	9
5. Metodología	11
5.1. Validación de requerimientos	11
5.2. Recolección de datos	11
5.3. Desarrollo del modelo	12
5.3.1. Configuración de la llave en el proyecto	12

5.3.2.	Verificación de conectividad	13
5.3.3.	Configurar los headers y URL	13
5.3.4.	Configuración del body	14
5.4.	Creación del GPT Assistant	15
5.5.	Creación del vector store	16
5.6.	Desarrollo del backend	17
5.7.	Desarrollo del frontend	19
5.8.	Validación de la aplicación con usuarios finales	22
6.	Resultados	23
6.1.	Consulta sobre el Manual de Nudos y Amarras	23
6.2.	Consulta sobre tipos de fogatas	24
6.3.	Consulta sobre supervivencia y bushcraft	25
6.4.	Funcionalidad de reconocimiento de plantas	26
6.5.	Resultados de la validación con pruebas con usuarios	27
7.	Análisis de resultados	31
7.1.	Consulta sobre el manual de nudos y amarras	31
7.2.	Consulta sobre tipos de fogatas	32
7.3.	Consulta sobre supervivencia y bushcraft	32
7.4.	Resultados de la funcionalidad de reconocimiento de plantas	32
7.5.	Resultados de la validación con los usuarios	32
8.	Conclusiones	35
9.	Recomendaciones	37
10.	Bibliografía	39
11.	Glosario	41

1.	Modal de creación de la llave del API.	13
2.	Pantalla de datos de la llave.	13
3.	Obtención de la llave en el Backend.	14
4.	Obtención de la llave en los servicios del Frontend.	14
5.	URL y Authorization headers en Postman.	14
6.	Cuerpo de la solicitud y respuesta del API.	15
7.	Configuración del asistente GPT inicial.	15
8.	Configuración de archivos vector store.	16
9.	Configuración del vector store.	16
10.	Configuración del vector store en el GPT Assistant.	17
11.	Configuración del endpoint <code>getSGPTResponse</code> en <code>server.py</code>	18
12.	Prueba del endpoint <code>getSGPTResponse</code>	18
13.	Estructura de los directorios del frontend.	19
14.	Flujo de la aplicación desde el envío de la solicitud hasta la respuesta en el frontend.	21
15.	Consulta sobre el "nudo con lazo corredizo" basada en el Manual de Nudos y Amarras.	23
16.	Extracto del Manual de Nudos y Amarras, definición de Nudo con lazo corredizo.	24
17.	El modelo explica la estructura y función de la fogata choza, reflejando su alineación con el documento de origen.	24
18.	Texto original del archivo de tipos de fogatas	25
19.	El modelo explica la definición de bushcraft.	25
20.	Texto sobre bushcraft del Manual de Supervivencia y Preparacionismo.	25
21.	Funcionalidad de la pantalla Camping Eyes	26
22.	Distribución de respuestas sobre la facilidad de uso y comodidad visual de la aplicación.	27
23.	Distribución de respuestas sobre la utilidad de la aplicación para actividades al aire libre.	27
24.	Distribución de respuestas sobre la precisión y utilidad de las respuestas en temas de camping.	28
25.	Distribución de respuestas sobre la satisfacción con la funcionalidad de reconocimiento de imágenes.	28

26. Distribución de respuestas sobre el apego de las respuestas del GPT a la información de los documentos.	29
---	----

La tecnología ha transformado el mundo a pasos agigantados. Innovaciones como el internet, la televisión y la radio han revolucionado nuestra forma de vida. La siguiente gran tecnología emergió en noviembre de 2022 con la presentación de ChatGPT, inicialmente una herramienta limitada a responder preguntas y proporcionar información de manera más interactiva que un navegador convencional. Hoy en día, la inteligencia artificial (IA) ha evolucionado significativamente, integrándose en diversos sectores y aplicaciones, y ahora es nuestro turno de aprovechar estas tecnologías [1],[2].

Instituciones con enfoques educativos y formativos, como los Boy Scouts of America, escuelas de supervivencia, parques nacionales y organizaciones de conservación, defensa civil y militar, enfrentan desafíos significativos en la era digital. La necesidad de acceso inmediato y constante a la información, la modernización de las metodologías de enseñanza y la retención de miembros jóvenes e interesados son problemas críticos que deben abordarse. La implementación de herramientas basadas en IA ofrece soluciones prometedoras para ayudar a estas instituciones a responder de forma eficiente a las consultas de usuarios, disminuir la carga de preguntas recurrentes a tutores o instructores y apoyar la educación continua en cualquier momento y lugar [3].

Este proyecto busca integrar modelos transformadores generativos preprogramados (GPT por sus siglas en inglés) desarrollados por OpenAI para asistir a las organizaciones educativas y formativas antes mencionadas, optimizando el proceso de enseñanza y permitiendo una interacción accesible para el usuario. Cabe mencionar que se hace la suposición de que proporcionar al usuario información relevante y específica por medio de la aplicación contribuye a su aprendizaje.

El proyecto se centra en el desarrollo, implementación y evaluación de la herramienta, facilitando el aprendizaje para miembros novatos y avanzados, al igual que los dirigentes de estas instituciones en cualquier momento y lugar. El plan de desarrollo incluye la obtención de contenido relevante, el entrenamiento del modelo GPT para respuestas personalizadas basadas en la información obtenida, el desarrollo de una aplicación móvil y la retroalimentación del usuario para garantizar la efectividad y relevancia de la herramienta. El seguimiento y la evaluación continua, junto con la retroalimentación obtenida, para asegurar el éxito del proyecto y su capacidad potencial para fortalecer y modernizar estas organizaciones en la era digital.

Technology has transformed the world at an astonishing pace. Innovations such as the internet, television, and radio have revolutionized our way of life. The next major technological breakthrough emerged in November 2022 with the introduction of ChatGPT, initially a tool limited to answering questions and providing information in a more interactive manner than a conventional browser. Today, artificial intelligence (AI) has evolved significantly, integrating into various sectors and applications, and it is now our turn to harness these technologies [1], [2].

Institutions with educational and training approaches, such as the Boy Scouts of America, survival schools, national parks, and conservation, civil defense, and military organizations, face significant challenges in the digital age. The need for immediate and constant access to information, the modernization of teaching methodologies, and the retention of young and engaged members are critical issues that must be addressed. The implementation of AI-based tools offers promising solutions to help these institutions efficiently respond to user inquiries, reduce the burden of recurring questions on tutors or instructors, and support continuous education anytime and anywhere [3].

This project aims to integrate pre-trained Generative Pre-trained Transformers (GPT) developed by OpenAI to assist the aforementioned educational and training organizations, optimizing the teaching process and enabling accessible user interaction. It is assumed that providing users with relevant and specific information through the application contributes to their learning.

The project focuses on the development, implementation, and evaluation of the tool, facilitating learning for both novice and advanced members, as well as the leaders of these institutions, anytime and anywhere. The development plan includes obtaining relevant content, training the GPT model for personalized responses based on the gathered information, developing a mobile application, and gathering user feedback to ensure the tool's effectiveness and relevance. Continuous monitoring and evaluation, along with the feedback obtained, will ensure the success of the project and its potential to strengthen and modernize these organizations in the digital era.

Este trabajo de graduación se centra en explorar cómo la inteligencia artificial puede convertirse en un recurso útil para la educación informal al aire libre. La propuesta parte de la idea de que los modelos de lenguaje como los GPTs, combinados con almacenes de vectores, tienen el potencial de mejorar la forma en que aprendemos y compartimos conocimientos en contextos no tradicionales. La hipótesis que guía el estudio es que estas tecnologías pueden complementar a las instituciones educativas y formativas, ofreciendo información práctica y accesible a sus miembros en cualquier momento.

El tema se limita a la creación de una aplicación móvil, llamada Camping Buddy, pensada para apoyar a organizaciones con actividades de supervivencia, camping y formación en valores. La aplicación fue diseñada para responder preguntas específicas en áreas como nudos y amarras, tipos de fogatas o técnicas básicas de supervivencia, utilizando como base documentos seleccionados que sirven para contextualizar las respuestas del modelo. La metodología utilizada consiste en la selección de fuentes relevantes, para alimentar el sistema, la integración técnica del modelo GPT con un almacén de vectores y el desarrollo del frontend y el backend de la aplicación. Por último, se validaron los resultados con un grupo de usuarios que permitió evaluar la precisión, utilidad y facilidad de uso de la herramienta.

Los resultados demuestran que el sistema es funcional, además de que cumple con los objetivos planteados. Los usuarios lo valoraron de manera positiva, destacando la claridad de las respuestas y la amigable interfaz. Entre las conclusiones más relevantes, se confirma que la combinación de los GPTs y almacenes de vectores puede aplicarse con éxito en contextos de la educación informal y que este tipo de herramientas tiene la capacidad de agregar nuevas formas de aprendizaje.

A lo largo de la historia, la humanidad ha experimentado transformaciones significativas que han influido profundamente en la vida de las personas, como lo fueron la revolución industrial, la radio, la televisión, la telefonía y posteriormente el internet [1]. Sin embargo, uno de los sectores que ha experimentado cambios más lentos es la educación [4]. Es evidente que debemos adaptar nuevas metodologías a este ámbito. Un avance notable ha sido la digitalización de tareas y la adopción de clases virtuales, aunque como sociedad solo hemos podido darnos cuenta de sus ventajas a gran escala gracias a la pandemia [5]. Ahora, nos encontramos al umbral de una nueva revolución: la era de la inteligencia artificial (IA). Debemos aprovechar al máximo su capacidad para generar un impacto positivo en la educación. Como afirmó Charles Darwin con respecto al origen de las especies, la supervivencia de los organismos en la naturaleza no depende de su fuerza o inteligencia, sino de su capacidad de adaptarse a los cambios en su entorno y sobrevivir en condiciones competitivas [6]. Siguiendo esta premisa, es fundamental que nos adaptemos a estos cambios y adoptemos nuevas metodologías que faciliten el acceso y la disponibilidad de la información digitalizada.

Este proyecto se centra en la necesidad de adaptación y modernización en instituciones con enfoques educativos y formativos de larga trayectoria, tales como escuelas de supervivencia, parques nacionales, organizaciones de conservación, defensa civil, y otras dedicadas a la formación de valores y habilidades. La implementación de una herramienta basada en inteligencia artificial permite a estas instituciones no solo brindar acceso a información actualizada, sino también optimizar la interacción y responder de manera eficiente a las consultas de sus miembros y usuarios, facilitando así el aprendizaje continuo en cualquier momento y lugar.

Este recurso representa una oportunidad para que las instituciones se alineen con las tendencias tecnológicas actuales, aprovechando las capacidades de la IA para enriquecer la experiencia educativa de sus miembros y adaptarse a las exigencias de una sociedad digitalizada y en constante evolución.

3.1. Objetivo general

Desarrollar una aplicación de aprendizaje asistido por inteligencia artificial (IA) que utilice los modelos generativos de transformadores pre entrenados (GPTs) de OpenAI para proporcionar un método innovador y eficaz de instrucción a instituciones y movimientos con enfoques de educación informal y formativa.

3.2. Objetivos específicos

- Determinar las funcionalidades clave y los requisitos técnicos necesarios para el desarrollo de la aplicación.
- Utilizar datos específicos en las áreas de supervivencia y preparacionismo, nudos y amarres, y tipos de fogatas para entrenar y contextualizar al modelo GPT, asegurando respuestas precisas y útiles para los usuarios en temas relacionados con el camping y la naturaleza.
- Desarrollar una aplicación móvil con una interfaz amigable y accesible que integre el modelo de IA entrenado con la información obtenida, permitiendo a los usuarios acceder fácilmente a conocimientos prácticos y específicos sobre camping.
- Realizar pruebas con usuarios finales para evaluar la funcionalidad y usabilidad de la aplicación basada en retroalimentación recibida.

El objetivo principal de este marco teórico es proporcionar una base conceptual sólida que permita comprender la relevancia y la aplicabilidad de la inteligencia artificial (IA) en la transformación digital de organizaciones de carácter educativo y formativo. En un mundo donde la globalización ha orientado a la sociedad a estar cada vez más digitalizada, es importante considerar que instituciones centenarias que se dedican a la formación y educación juvenil adopten estas nuevas tecnologías para mantenerse relevantes y efectivas en su misión [1].

4.1. Historia y evolución de la inteligencia artificial

Para abordar el tema de este proyecto, primero debemos estar claros sobre qué es la inteligencia artificial y sus orígenes. En 1943, se publicó. “A Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity“ de Warren McCulloch y Walter Pitts, donde se presentó el primer modelo matemático para crear una red neuronal [7]. En 1950, Alan Turing hizo la siguiente pregunta: “¿Pueden pensar las máquinas?” Esto lo llevó a escribir artículos importantes como “Computing Machinery and Intelligence“ , que fue uno de los cimientos de la inteligencia artificial, dándole también un objetivo a la inteligencia artificial, el cual es simular la inteligencia humana en las máquinas [9]. A partir de esto, se desencadenaron una serie de eventos que no solo hicieron que la investigación avanzara, sino que también se desarrollaron objetivos específicos como la mejora de la toma de decisiones, el reconocimiento y procesamiento de patrones complejos, el desarrollo de sistemas inteligentes y autónomos, y la resolución de problemas complejos, entre otros.

4.2. Aplicación de la IA en diversos sectores

La inteligencia artificial ha encontrado aplicaciones en diversos sectores, incluyendo la educación, la salud, industria y finanzas. En el sector educativo las herramientas de la IA han estado siendo utilizadas para poder personalizar el aprendizaje y mejorar la eficiencia administrativa [10]. En el ámbito de la salud, la IA ha estado revolucionando la manera en que se diagnostican y tratan las enfermedades mediante el análisis de grandes volúmenes

de datos médicos [11]. Gran parte de las empresas, instituciones y fundaciones utilizan inteligencia artificial para poder mejorar y optimizar sus procesos para sus productos [12].

4.3. El rol de la tecnología en movimientos educativos y formativos tradicionales

Los movimientos educativos de larga trayectoria, como aquellos dedicados a la formación de valores y habilidades en la juventud, han evolucionado significativamente desde sus inicios. Con el paso del tiempo, estas organizaciones han adoptado diversas tecnologías para mejorar sus métodos de enseñanza y comunicación, un ejemplo de estas instituciones es Boy Scouts of America, que ha adoptado tecnologías como las redes sociales para poder mantener relevancia en la sociedad actual [13]. En esta era digital, varias instituciones de larga trayectoria como esta se enfrentan al desafío de integrar nuevas tecnologías para captar el interés de las nuevas generaciones y mantenerse relevantes en la formación de jóvenes y nuevos miembros.

4.4. Modelos Generativos de Transformadores Pre-entrenados (GPTs) de OpenAI

Los modelos GPTs, desarrollados por OpenAI, son una de las herramientas más avanzadas en el campo de la inteligencia artificial aplicada al procesamiento del lenguaje natural. Basados en arquitecturas de redes neuronales profundas, estos GPTs son capaces de analizar grandes volúmenes de datos textuales para generar respuestas coherentes y relevantes. Esta capacidad se debe a su entrenamiento masivo en conjuntos de datos variados, lo que les permite entender patrones complejos en el lenguaje humano [14].

El modelo de Open AI GPT-4, el más reciente de OpenAI, puede procesar no solo texto, sino también otros medios de información como audio, imágenes y videos, los cuales son procesados en segundos. Así, GPT-4 no solo aumenta la eficiencia de las interacciones máquina-humano, sino que también abre nuevas posibilidades para la automatización en áreas como la educación, la creación de contenido y el análisis de datos [15].

Estos modelos pueden ser utilizados programáticamente por medio de una llave del API de OpenAI.

4.5. Almacenes de vectores

Los almacenes de vectores (vector stores) son estructuras de almacenamiento que contienen vectores de características numéricas. Cada vector representa una parte de un texto o documento y captura su significado semántico de una manera compacta y eficiente, lo que facilita su obtención. Estos vectores se generan utilizando técnicas de embeddings, que convierten el texto en una representación vectorial en la que los fragmentos de texto similares están más cercanos entre sí. Esto permite que la recuperación de información relevante mediante comparaciones de similitud sea un proceso eficiente al ser consultado por un modelo GPT [16].

4.6. Recuperación de datos con almacenes de vectores

La recuperación de datos (Data Retrieval) con almacenes de vectores permite al modelo acceder rápidamente al contexto de uno o varios documentos, lo cual mejora su capacidad de responder a consultas de manera precisa y relevante. Este método es particularmente útil en aplicaciones que requieren procesar grandes volúmenes de información y responder en tiempo real. Al realizar una consulta, el modelo convierte la pregunta en un vector y utiliza el vector store para encontrar las secciones del documento más cercanas en significado. Esto le permite citar o utilizar partes específicas de los documentos para responder con mayor exactitud. Esta técnica resulta esencial en sistemas como asistentes virtuales, motores de búsqueda internos y aplicaciones de soporte, donde se necesita acceso rápido y preciso a información relevante para consultas complejas y específicas [17].

4.7. Impacto de la IA en la educación y aprendizaje

El uso de la IA se ha convertido en una herramienta de gran valor en el campo de la educación, brindando múltiples oportunidades para optimizar el proceso educativo. La capacidad de personalizar el aprendizaje es una de las áreas donde la IA ha tenido un impacto notable. Plataformas de tutoría inteligente, como las creadas por Khan Academy y Coursera, emplean algoritmos de IA para ajustar el contenido educativo según el ritmo y el estilo de aprendizaje de cada estudiante, creando un entorno educativo más eficaz y eficiente. Asimismo, la IA facilita la gestión administrativa en las instituciones educativas, automatizando tareas como la corrección de exámenes, el seguimiento del progreso estudiantil y la administración de registros académicos, lo que permite a los educadores enfocarse más en la enseñanza y menos en las tareas administrativas. La incorporación de tecnologías de IA en el aula también ha ampliado el acceso a recursos educativos de alta calidad, permitiendo que estudiantes de todo el mundo aprendan de los mejores educadores y accedan a materiales educativos actualizados [18].

4.8. Proyectos relacionados con el uso de la IA para la educación

Existen varios proyectos que han implementado la inteligencia artificial en el ámbito educativo, con el fin de mejorar la experiencia de aprendizaje y hacerla más accesible. Por ejemplo, el proyecto Intelligent Tutoring Systems (ITS) ha desarrollado plataformas que proporcionan tutoría personalizada basada en el análisis de datos de rendimiento de los estudiantes. Estos sistemas son capaces de identificar áreas donde los estudiantes tienen dificultades y ofrecer recursos específicos para ayudarles a mejorar. Otro proyecto relevante es AI in Education de la UNESCO, que busca integrar la IA en las políticas educativas y promover su uso ético y eficaz en los sistemas educativos globales. También destaca el proyecto Learning Analytics que utiliza IA para analizar grandes cantidades de datos educativos, ayudando a los educadores a entender mejor cómo los estudiantes aprenden y cómo se pueden mejorar los métodos de enseñanza [18].

4.9. Propuesta de la herramienta “Camping Buddy”

La herramienta “Camping Buddy” es una aplicación móvil integrada con inteligencia artificial diseñada para asistir a instituciones, fundaciones y movimientos dedicados a la

educación informal, la formación en valores y las actividades al aire libre. Su objetivo principal es brindar acceso rápido y confiable a información relevante y especializada sobre temas relacionados con el camping, la naturaleza y la supervivencia en entornos naturales.

Camping Buddy no solo responde a preguntas generales sobre el camping y la vida al aire libre, sino que también se convertirá en una herramienta educativa integral. La aplicación puede ayudar a los estudiantes y usuarios de estas instituciones a identificar plantas y animales, ofreciéndoles información detallada que apoya su aprendizaje y fomenta un respeto profundo por el medio ambiente. Además, proporciona datos esenciales sobre seguridad y conservación, promoviendo prácticas responsables que enriquecen la experiencia de quienes se aventuran en la naturaleza.

Cabe mencionar que la funcionalidad de la herramienta está limitada a la información específica que se le proporcione, lo cual resalta la importancia de mantener actualizada y precisa su Store en OpenAI API. Esto asegura que el asistente sea una fuente confiable y adecuada al contexto de uso.

5.1. Validación de requerimientos

Para determinar las funcionalidades clave y los requisitos técnicos necesarios para el desarrollo de la aplicación, se investigaron aplicaciones de modelos avanzados de lenguaje y visión, como GPT-4o, en tareas de reconocimiento de imágenes y recuperación de información en documentos. Una de las funcionalidades más relevantes para esta aplicación móvil es la capacidad de reconocimiento de imágenes, ya que los dispositivos móviles están equipados con cámaras que pueden aprovecharse para identificar objetos en el entorno y proporcionar información contextual al usuario [25]. Adicionalmente, la necesidad de contextualizar las respuestas del modelo con información específica almacenada en documentos PDF se aborda mediante técnicas avanzadas de recuperación de información, como el uso de vectores para representar fragmentos textuales relevantes [26]. Esta técnica permite a la aplicación realizar búsquedas en documentos, extrayendo información específica en tiempo real y mejorando la precisión de las respuestas al usuario [27]. Esto se logra integrando un sistema de almacenamiento de vectores que permite al modelo de IA acceder a datos específicos de los documentos almacenados [28].

5.2. Recolección de datos

Para poder alimentar el modelo GPT con información relevante de temas relacionados con actividades al aire libre, se recolectaron varios archivos en formato PDF que contienen varios conocimientos en técnicas de supervivencia, elaboración de fogatas, nudos y amarras y otros aspectos fundamentales para el camping y la naturaleza.

La cantidad de archivos seleccionados se mantuvo reducida debido a los costos asociados al procesamiento de grandes volúmenes de datos en la plataforma OpenAI. Esto se debe a que la compañía cobra de acuerdo al volumen de datos procesados, se optó por trabajar con un conjunto de archivos que, si bien limitado en cantidad, incluye suficiente información para poder cubrir las principales necesidades y consultas de los usuarios. Esto nos ayuda a maximizar el valor informativo sin sobrepasar el presupuesto asignado para el procesamiento de los datos.

Los archivos seleccionados fueron:

- **Manual de Supervivencia y Preparacionismo:** Da una guía completa sobre técnicas de supervivencia, que incluyen construcción de refugios, obtención de agua y orientación en la naturaleza [19].
- **Manual de Nudos y Amarras I:** Detalla una gran variedad de nudos y métodos de amarre para actividades de camping y supervivencia [20].
- **Tipos de fogatas:** Este documento proporciona información acerca de construcción de fogatas y cómo hacerlas de manera segura según se requiera [21].

Los archivos fueron revisados para asegurar que su contenido fuese relevante para el enfoque de la herramienta, asegurando que el modelo pueda responder con precisión a los usuarios en los temas especificados.

5.3. Desarrollo del modelo

Obtención de la llave del API

Para lograr implementar las funcionalidades deseadas, lo que se necesita es la llave del API de OpenAI, la cual es el componente principal.

La obtención de la llave consiste en varios pasos, a continuación se detallan cada uno de ellos:

1. **Cuenta de OpenAI:** Para poder utilizar la plataforma de OpenAI es necesario tener una cuenta, en este caso en particular ya se tenía una creada. Esta cuenta ofrece acceso al panel de administración, donde se gestionan las claves de acceso y el monitoreo de uso de los recursos de OpenAI.
2. **Generación de la llave de OpenAI API:** Para poder generar la llave, es necesario ir al apartado de llaves de API en la plataforma. Esta clave proporciona acceso al modelo GPT y se especifica para la cuenta registrada, lo que garantiza que solo usuarios autorizados puedan interactuar con el modelo. En la Figura 1 se puede ver la configuración de la llave, donde a esta llave se le otorgan todos los permisos y se le asigna el nombre de `finalKey`. En la Figura 2 se muestra la pantalla del listado de llaves, en este caso solo una llave fue necesaria para poder cumplir con los objetivos del proyecto. La llave como tal no se proporciona en este documento, por temas de seguridad y confidencialidad.

Cabe destacar que para la creación de esta llave, la plataforma hace un cobro de \$5.00 como una autorización temporal, el cual es reembolsado tiempo después de ejecutar la transacción, con el objetivo de verificar que el método de pago sea válido para futuras transacciones.

5.3.1. Configuración de la llave en el proyecto

La clave de API fue almacenada de forma segura en el archivo de configuración del proyecto (e.g., un archivo `.env`), protegiéndola de accesos no autorizados. Para integrarla en el entorno de desarrollo, tanto en el frontend como en el backend, se utilizaron variables de entorno, las cuales permitieron mantener la clave oculta y segura durante el proceso de desarrollo y pruebas. En las figuras 3 y 4 se puede ver cómo se cargan las variables de entorno del archivo `.env` en el backend y frontend respectivamente.

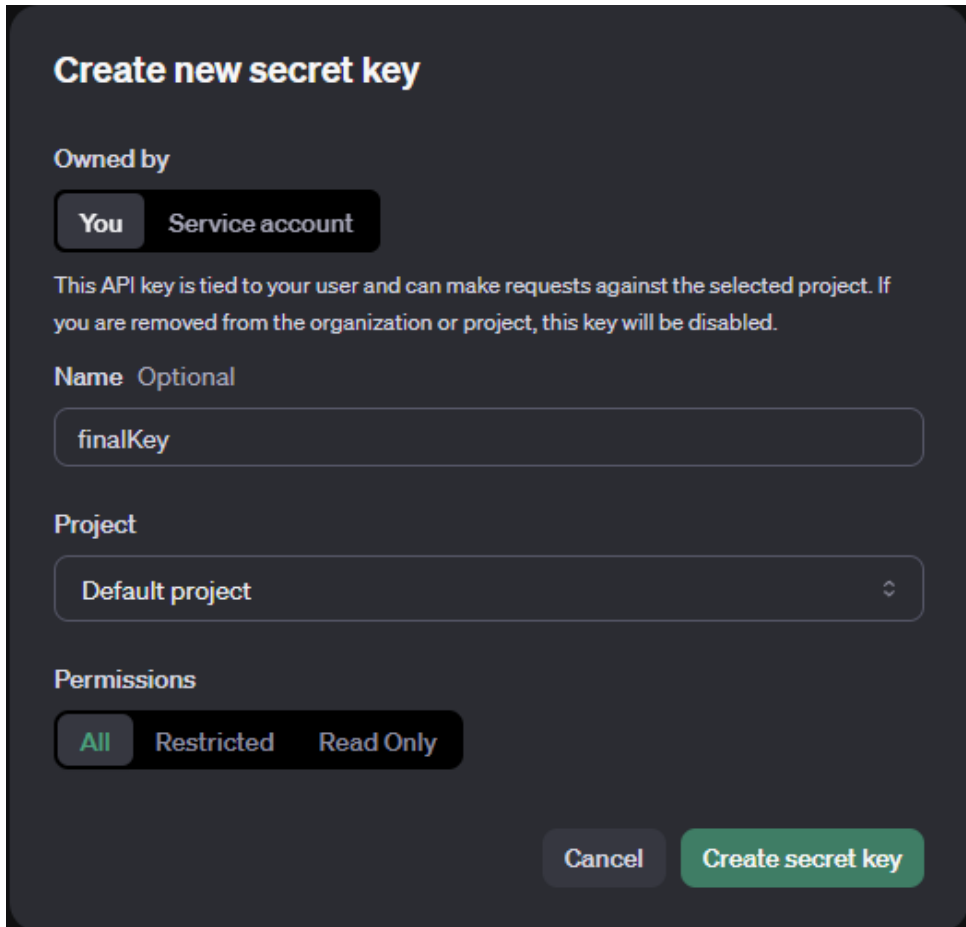


Figura 1: Modal de creación de la llave del API.

NAME	SECRET KEY	CREATED	LAST USED	PROJECT ACCESS	CREATED BY	PERMISSIONS
finalKey	sk-...G5xA	Oct 1, 2024	Never	Default project	Javier Grajeda	All

Figura 2: Pantalla de datos de la llave.

5.3.2. Verificación de conectividad

Una vez configurada la clave, se realizaron pruebas de conectividad para confirmar que la aplicación podía comunicarse exitosamente con el servicio de OpenAI.

5.3.3. Configurar los headers y URL

En Postman, en la sección de headers, se debe agregar el tipo de contenido como `application/json`, y en la sección de Authorization, el Bearer Token es la llave antes obtenida. En la Figura 5 se puede ver cómo se configuraron los campos antes mencionados y el endpoint para hacer la consulta.

```
import os
from openai import OpenAI
from dotenv import load_dotenv

# Cargar las variables de entorno desde el archivo .env
load_dotenv()

# Cargar variables de entorno
key = os.getenv("OPENAI_API_KEY")
assistant_id = os.getenv("ASSISTANT_ID")
```

Figura 3: Obtención de la llave en el Backend.

```
import * as FileSystem from 'expo-file-system';
import 'dotenv/config'; // Importa y configura dotenv

// Usa la variable de entorno para la clave API
const openAiApiKey = process.env.OPENAI_API_KEY;
```

Figura 4: Obtención de la llave en los servicios del Frontend.

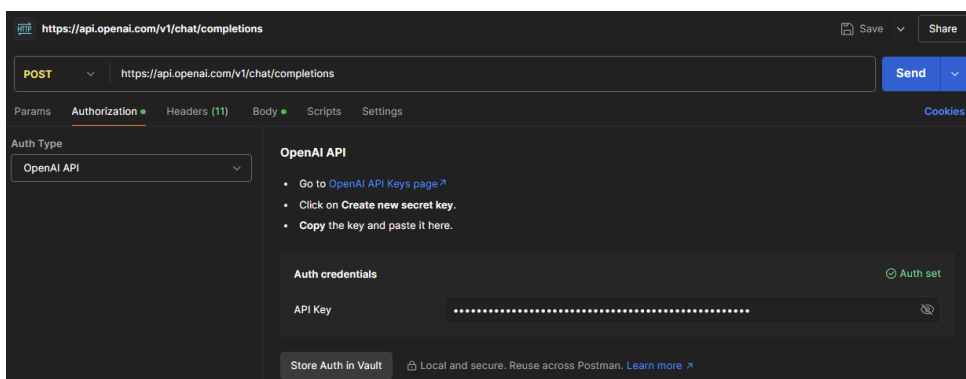


Figura 5: URL y Authorization headers en Postman.

5.3.4. Configuración del body

El body (cuerpo) de la solicitud debe de ser enviado en formato JSON, en donde se especifiquen varios campos que espera el API. Los campos son:

- Modelo a utilizar.
- Mensajes con roles de sistema y usuario.
- Contenido de cada uno de los roles.

En la Figura 6 se puede ver el body de la consulta en formato JSON, junto con el resultado de la prueba. El rol **System** especifica el comportamiento que se quiere que el GPT tenga y el rol **user** es la pregunta del usuario.



Figura 6: Cuerpo de la solicitud y respuesta del API.

5.4. Creación del GPT Assistant

Una vez configurada la clave de API de OpenAI, se procedió a la creación del GPT Assistant, el cual desempeña la función principal dentro de la herramienta. La configuración inicial del modelo se realizó directamente desde el panel de control de la plataforma de OpenAI, donde se le asignó el nombre `camping-buddy`. Para centrar el modelo en los temas específicos de la aplicación, se definieron instrucciones específicas en el sistema, con las siguientes indicaciones:

- **Límite temático:** "No respondas a preguntas de ningún otro tema que no tenga que ver con el camping."
- **Idioma:** "Habla únicamente en español."
- **Citación de fuentes:** Cuando des una respuesta, cita el nombre del documento en formato PDF de la siguiente manera: `[nombre_del_archivo.pdf]`."
- **Respuestas para preguntas fuera de tema:** "Si no puedes responder a la pregunta, responde: 'Lo siento, no tengo información sobre ese tema.'"

Inicialmente, se utilizó el modelo `gpt-4o-mini` para el asistente. Esta versión fue configurada para pruebas preliminares y validación del sistema. Posteriormente, se cambió al modelo `gpt-4o-mini`, dado que este modelo es más ligero y consume menos recursos. A continuación se muestra una imagen de la configuración en el panel de la plataforma, donde se visualizan los parámetros establecidos y las instrucciones personalizadas. En la Figura 7 se muestra la configuración del GPT en la plataforma, donde se puede apreciar el nombre que se le dio y las instrucciones del sistema respectivas.

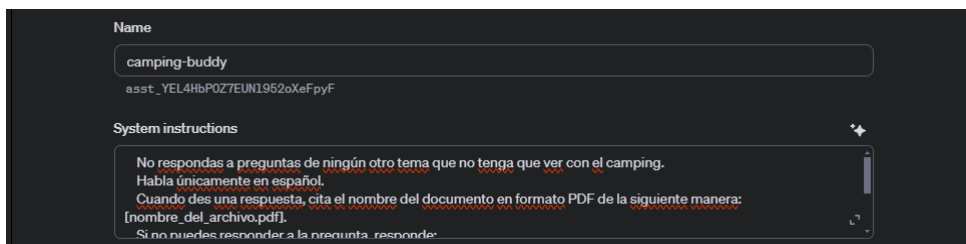


Figura 7: Configuración del asistente GPT inicial.

5.5. Creación del vector store

En el apartado de **Storage/files** en la plataforma, se subieron los archivos PDF obtenidos anteriormente. En la Figura 8 se muestra la configuración completa de los archivos subidos en la plataforma.

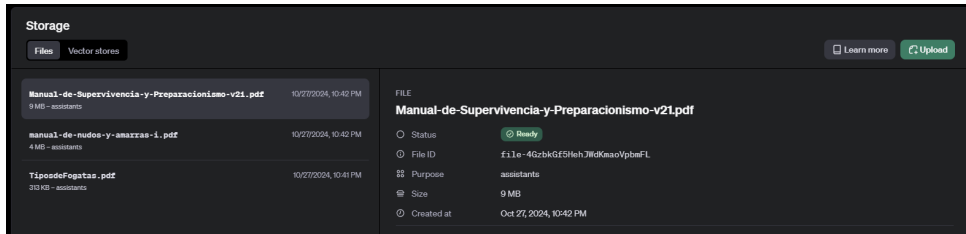


Figura 8: Configuración de archivos vector store.

Posteriormente, en el apartado de almacenes de vectores, se creó un nuevo almacén con el nombre **context**, el cual ayuda a procesar la información de los archivos antes subidos y posteriormente contextualizar al GPT. A este vector store se le asignan los archivos antes subidos para que pueda iniciar el proceso de vectorización de cada uno. En la Figura 9, se muestra la configuración final del vector store en la plataforma.

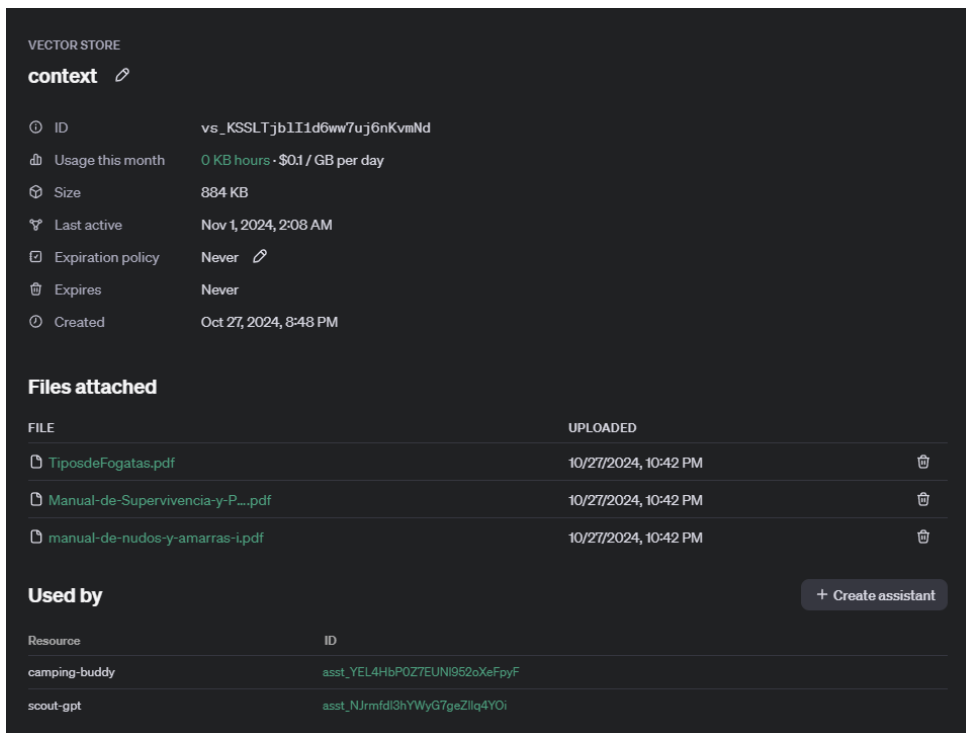


Figura 9: Configuración del vector store.

Una vez tenemos el vector store listo, podemos pasar a la pantalla del GPT Assistant donde le asignamos el vector store y activamos **file search** para el mismo. En la Figura 10, en el cuadro rojo, se puede observar que se activó el slider de **File Search** y se le asignó el vector store llamado **context**.

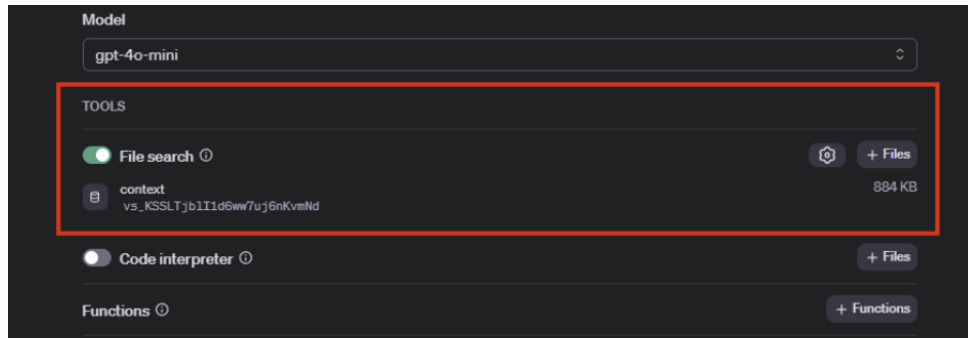


Figura 10: Configuración del vector store en el GPT Assistant.

5.6. Desarrollo del backend

El desarrollo del backend se centró en construir una infraestructura escalable que permitiera gestionar de manera eficiente las solicitudes de los usuarios y la interacción con el asistente basado en inteligencia artificial. Para lograr este objetivo, se eligió Flask, un framework ligero pero poderoso, ampliamente utilizado en aplicaciones de servicios web debido a su simplicidad. Esta decisión se fundamenta en la capacidad del framework para integrarse con otras herramientas y bibliotecas necesarias en el proyecto. Al igual que en la prueba para verificar la funcionalidad de la llave, se utilizó Postman para testear los endpoints del backend.

El primer paso fue la configuración inicial del servidor de Flask, que sirvió como la columna vertebral del backend. Se utilizó la biblioteca `dotenv` para gestionar variables de entorno, una decisión motivada por la necesidad de proteger credenciales sensibles como la clave API de OpenAI. En la Figura 3, se puede observar cómo se cargan las variables del archivo `.env` para su utilización en el backend. Este enfoque permite que estas credenciales no se expongan directamente en el código fuente, haciendo que la aplicación sea más segura.

Se desarrolló el módulo `helper.py` con el objetivo de encapsular las funciones que facilitan la interacción con la API de OpenAI. Este archivo incluye funciones como `configurar_cliente`, `actualizar_asistente`, `crear_thread`, y `obtener_respuesta`, cada una diseñada para realizar tareas específicas en la comunicación con el asistente GPT.

La función `configurar_cliente` permite inicializar el cliente de OpenAI usando la clave API, asegurando que el sistema esté listo para realizar consultas. Por otro lado, `actualizar_asistente` se encarga de configurar el asistente con instrucciones específicas, limitando las respuestas a temas de camping y naturaleza, y especificando que el idioma de las respuestas sea únicamente en español. Esta función también incluye directrices para que el asistente cite los documentos de referencia de manera clara, lo que facilita la trazabilidad de la información presentada al usuario.

Otro aspecto importante de este módulo es la función `obtener_respuesta`, que simplifica el flujo de interacción con OpenAI al encapsular el proceso de envío de consultas y recuperación de respuestas. Esta función envía la pregunta del usuario y espera la respuesta, garantizando un flujo continuo y eficiente. Este diseño modular no solo facilita la mantenibilidad del código, sino que también permite realizar pruebas de manera independiente en cada función, asegurando que cada componente funcione correctamente antes de ser integrado en el sistema completo.

El desarrollo del `helper` representa un paso clave hacia un backend modular y flexible. Esta estructura permite que futuros cambios o mejoras en la interacción con OpenAI se

realicen de manera aislada, minimizando el riesgo de afectar otras partes del sistema. Los endpoints del backend fueron diseñados para gestionar las consultas de los usuarios dirigidas al asistente GPT de manera eficiente. En particular, el endpoint `/getSGPTResponse` permite que los usuarios envíen una pregunta y reciban una respuesta del asistente en tiempo real. Este endpoint se comunica con el helper `getSGPTResponse`, que gestiona toda la interacción con OpenAI, desde el envío de la pregunta hasta la recepción de la respuesta. Este endpoint también cuenta con una capa de manejo de errores para responder a posibles fallos en la conexión o en la respuesta del asistente. Si bien esta estructura permite una comunicación fluida y confiable, las consultas complejas o de alta carga podrían incrementar la latencia del sistema, afectando la experiencia del usuario. En futuras iteraciones, sería recomendable implementar técnicas para mejorar el rendimiento, como el uso de caché o la creación de mecanismos de priorización para las consultas más relevantes. En la Figura 11 se puede observar la configuración de este endpoint en el archivo `server.py`.

```
@app.route('/getScoutGPTResponse', methods=['POST'])
def get_scout_gpt_response():
    # Verificar que se ha enviado un prompt en el cuerpo de la solicitud
    data = request.json
    if 'prompt' not in data:
        return jsonify({"error": "El campo 'prompt' es requerido"}), 400

    prompt = data['prompt']

    # Obtener la respuesta de ScoutGPT
    try:
        response = getScoutGPTResponse(prompt)
        return jsonify({"response": response}), 200
    except Exception as e:
        # Manejar errores
        return jsonify({"error": f"Ocurrió un error al procesar la solicitud: {str(e)"}), 500
```

Figura 11: Configuración del endpoint `getSGPTResponse` en `server.py`.

En última instancia, se probó el endpoint en Postman para poder corroborar que el GPT estuviera contextualizado con la información de los PDF en el vector store. Ver Figura 12.

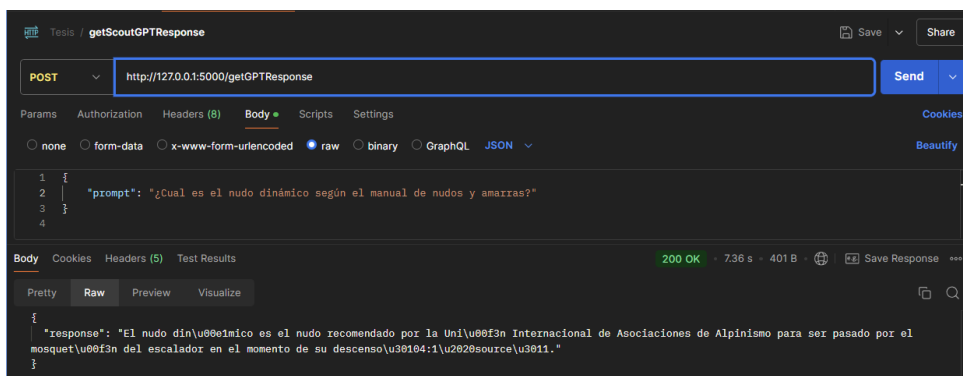


Figura 12: Prueba del endpoint `getSGPTResponse`.

5.7. Desarrollo del frontend

El desarrollo del frontend se realizó utilizando React Native con Expo y Tailwind. La elección de React Native se justifica por su capacidad para ofrecer una experiencia de usuario nativa y su gran comunidad de soporte, mientras que Expo simplifica la configuración y el despliegue, agilizando el proceso de desarrollo **ref:expo**. Usar Tailwind se justifica puesto a que ofrece un desarrollo e instalación fácil y sencillo al momento de querer estilizar los componentes.

La inicialización del proyecto en Expo proporcionó una configuración rápida y estandarizada para desarrollar la aplicación en React Native. Para llevar a cabo esto, se ejecutaron una serie de comandos específicos que integraron el uso de Tailwind para la gestión de estilos:

```
npx create-expo-app campingBuddy
cd CampingBuddy
npm install tailwindcss react-native-tailwindcss
npm install react-navigation
npx tailwindcss init
```

Desde el inicio, se definió una estructura organizada de archivos que permitiera una clara separación de responsabilidades, lo cual mejoró la mantenibilidad y la escalabilidad del proyecto, como se muestra en la Figura 13.

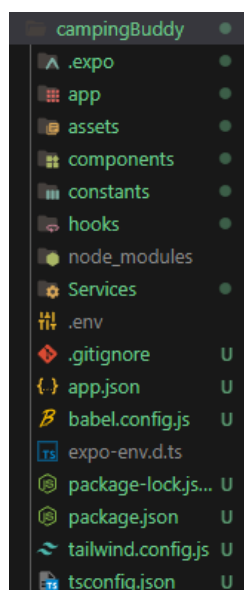


Figura 13: Estructura de los directorios del frontend.

Uno de los beneficios clave de Expo en este proyecto fue su conjunto de herramientas de desarrollo y depuración, como el **Expo Go**, que permite realizar pruebas en dispositivos reales sin necesidad de compilaciones repetidas. Esto resultó particularmente útil en el desarrollo de funcionalidades complejas, ya que permitió verificar de manera rápida el comportamiento de la aplicación.

Las pantallas principales de la aplicación fueron diseñadas para ofrecer una experiencia de usuario intuitiva, centrada en la funcionalidad principal de **Camping Buddy**. Se implementaron pantallas como la pantalla principal de interacción con el asistente, y una

pantalla de cámara que permite capturar imágenes de plantas y animales para su posterior descripción. La interfaz de cada pantalla fue diseñada con el objetivo de simplificar la interacción del usuario, asegurando que las funcionalidades sean accesibles y fáciles de utilizar incluso para usuarios sin experiencia en aplicaciones tecnológicas.

La pantalla de cámara, por ejemplo, fue desarrollada con acceso a la API de Expo para la cámara, lo que permite al usuario tomar fotografías directamente desde la aplicación. Esta funcionalidad es particularmente relevante para un contexto de camping y naturaleza, donde los usuarios pueden querer obtener información sobre elementos específicos del entorno, como plantas o animales. Esta pantalla también incluye una integración con los servicios de IA, lo cual permite obtener descripciones automáticas de las imágenes capturadas.

Los servicios en el frontend fueron implementados para gestionar la comunicación entre la aplicación y el backend. Se desarrollaron servicios específicos para realizar solicitudes al asistente GPT, así como para procesar imágenes mediante un servicio de descripción de imágenes. Estos servicios abstraen la lógica de comunicación HTTP, lo que facilita su reutilización en distintas partes de la aplicación y simplifica el manejo de errores y la autenticación.

El servicio encargado de la comunicación con el asistente de IA, por ejemplo, envía las consultas del usuario y gestiona la recepción de las respuestas en tiempo real. Esta estructura permite una interacción continua entre el usuario y el asistente, manteniendo la experiencia fluida y sin interrupciones. Además, se diseñaron mecanismos para manejar respuestas que superen un cierto tiempo de espera, asegurando que la aplicación sea responsiva incluso en condiciones de red limitadas.

En cuanto al servicio de descripción de imágenes, este fue desarrollado para tomar una imagen capturada por el usuario y enviarla a un sistema de reconocimiento que genera una descripción detallada. Este servicio es esencial para la funcionalidad de **Camping Buddy**, ya que permite al usuario obtener información útil sobre elementos visuales de su entorno de forma rápida y precisa.

Para optimizar la lógica de estado y reutilización del código en la aplicación, se implementaron hooks personalizados. Los hooks permiten encapsular lógica compleja y la gestión de estados en componentes reutilizables, mejorando así la organización del código. En el contexto de **Camping Buddy**, se desarrollaron hooks como `useSGPT` para gestionar la interacción con el asistente GPT y `useImageDescription` para procesar las descripciones de imágenes.

El hook `useSGPT` se encarga de manejar el estado y la lógica asociada a la consulta del asistente, incluyendo el envío de la solicitud y la recepción de la respuesta. Esto permite que los componentes de la interfaz se mantengan más simples y enfocados en la presentación de datos, mientras que el hook encapsula toda la lógica de negocio relacionada con el asistente de IA. La ventaja de este enfoque es que facilita la modificación de la lógica de comunicación con el backend sin afectar el diseño de las pantallas.

Por su parte, el hook `useImageDescription` simplifica la interacción con el servicio de descripción de imágenes, manteniendo el estado de la imagen capturada, enviándola al servicio correspondiente y gestionando la respuesta. Este hook mejora la experiencia del usuario al proporcionar un flujo de interacción rápido y sin complicaciones, ideal para una aplicación orientada al uso en exteriores, donde el tiempo y la simplicidad de uso son factores críticos.

La integración de los servicios y hooks en las pantallas fue el paso final en el desarrollo del frontend. Cada pantalla que requiere acceso a datos externos o a una funcionalidad

específica del backend fue configurada para utilizar los servicios y hooks adecuados, garantizando así un flujo de datos consistente y controlado en toda la aplicación.

Por ejemplo, la pantalla principal de interacción con el asistente utiliza el hook `useSGPT` para gestionar el envío de consultas y la presentación de respuestas en tiempo real. Esto permite que el usuario realice preguntas sobre temas de camping y reciba respuestas precisas basadas en la información almacenada en el backend. La interacción está diseñada para ser inmediata y sin interrupciones, mejorando la experiencia del usuario y proporcionando respuestas útiles en el contexto de su actividad al aire libre.

De manera similar, la pantalla de cámara integra el servicio de descripción de imágenes a través del hook `useImageDescription`. Al capturar una imagen, el usuario puede enviarla automáticamente para obtener una descripción, que se presenta en la misma pantalla. Este flujo mantiene al usuario enfocado en su actividad sin necesidad de cambiar de pantalla o realizar acciones adicionales, lo cual es esencial para una aplicación que se utiliza en entornos naturales.

El desarrollo del frontend de la herramienta proporciona una base sólida para la experiencia de usuario, combinando una interfaz intuitiva con funcionalidades avanzadas de IA. La estructura modular, basada en servicios y hooks, asegura que el código sea mantenible y escalable, lo cual es crucial a medida que se agreguen nuevas funcionalidades o se realicen mejoras en la aplicación. Sin embargo, es importante señalar que el rendimiento de ciertas funcionalidades, como la descripción de imágenes, puede depender de la conectividad de red, lo que podría presentar desafíos en entornos con señal limitada.

Para recapitular la metodología, ver la Figura 14, en donde se explica el flujo de la aplicación. A grandes rasgos, inicialmente se envía una solicitud desde el frontend al backend, que procesa la información y la convierte en una consulta al modelo GPT de OpenAI. Esta consulta también incluye una búsqueda en el almacén de vectores para extraer información contextual relevante. La respuesta del modelo, contextualizada con los datos almacenados, es enviada de regreso al frontend, donde se presenta al usuario. Adicionalmente, el usuario puede enviar imágenes, como fotografías de plantas, que el GPT procesa para obtener una descripción detallada, completando así el flujo de interacción de la aplicación.

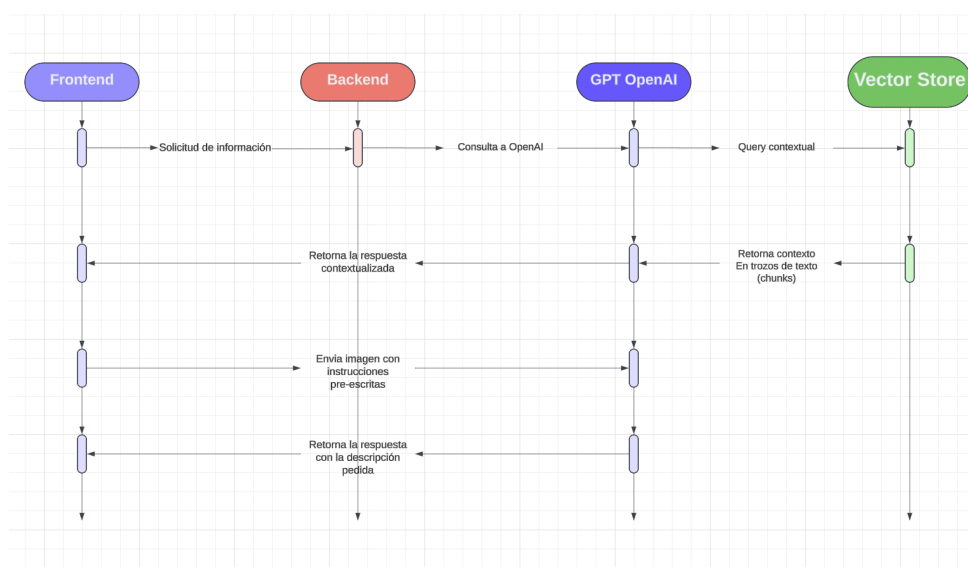


Figura 14: Flujo de la aplicación desde el envío de la solicitud hasta la respuesta en el frontend.

El código fuente completo del proyecto, que incluye tanto el desarrollo del frontend como del backend, está disponible en un repositorio público de GitHub. Este repositorio contiene toda la arquitectura y lógica del sistema, facilitando la comprensión y replicación del proceso de desarrollo de la aplicación. En él, los interesados pueden encontrar instrucciones detalladas para la instalación, configuración, y despliegue del sistema, así como los archivos correspondientes a cada componente de la aplicación.

El repositorio también incluye documentación técnica y notas sobre las herramientas y tecnologías empleadas, como React Native, Expo, Flask, y la API de OpenAI, que permiten una navegación fluida entre las secciones de la interfaz de usuario y los servicios en el servidor. Además, se ofrecen ejemplos de configuración para las variables de entorno necesarias, junto con recomendaciones para la inicialización de los endpoints.

Para acceder al código y explorar el proyecto en detalle, visite el siguiente enlace:

<https://github.com/JorgeCab2711/Camping-gpt>

5.8. Validación de la aplicación con usuarios finales

En el presente proyecto, la validación de la aplicación se realizó con una muestra de cinco usuarios finales, seleccionados a partir de la conveniencia y accesibilidad en la Universidad del Valle de Guatemala. La elección de una muestra pequeña se basa en estudios de usabilidad como el modelo de Nielsen y Landauer (1993), quienes demostraron que, bajo el enfoque de ingeniería de usabilidad, se pueden identificar la mayoría de problemas significativos en una interfaz con un número reducido de usuarios. Según el modelo Poisson utilizado en su investigación, el número óptimo de evaluadores para obtener una buena relación costo-beneficio en pruebas de usabilidad es generalmente bajo, ya que el valor marginal de descubrimiento de problemas disminuye después de los primeros usuarios. Esto justifica el uso de un tamaño de muestra pequeño en este estudio, dado que buscábamos evaluar la funcionalidad y precisión inicial de la aplicación sin incurrir en gastos elevados o redundancias innecesarias [28].

Para la validación de la aplicación, se realizaron pruebas directas con usuarios finales en la Universidad del Valle de Guatemala. Inicialmente, a cada participante se le brindó una breve introducción sobre la aplicación, sus principales funcionalidades, y se les proporcionó un dispositivo teléfono celular Android con el build de la aplicación y un iPad con los documentos PDF que contextualizan al modelo GPT, permitiendo así una comparación entre las respuestas generadas y las fuentes de información.

Los usuarios realizaron una serie de consultas al GPT sobre temas de supervivencia y camping, verificando la precisión y relevancia de las respuestas en relación con los contenidos de los documentos. Además, probaron funcionalidades adicionales como el reconocimiento de plantas mediante la función `Camping Eyes`. Posteriormente, completaron un cuestionario estructurado en el que calificaron varios aspectos del desempeño de la aplicación con opciones de respuesta que iban desde "Muy de acuerdo" hasta "Muy en desacuerdo". Esto permitió recolectar datos cualitativos sobre la experiencia del usuario y su satisfacción con la herramienta.

Este proceso de validación brindó información valiosa sobre la usabilidad y precisión de la aplicación, destacando áreas de mejora y confirmando la eficacia del diseño para su propósito educativo y de apoyo en actividades al aire libre.

Siguiendo la metodología establecida, se realizó la integración final del frontend con el backend, incorporando además los servicios de la API de OpenAI previamente mencionados. Esto permitió llevar a cabo pruebas en las interfaces de **Camping Buddy** y **Camping Eyes**, las cuales incluyeron consultas específicas a cada uno de los documentos cargados en el `vector store` y una contextualización precisa para el modelo GPT. A continuación, se presentan los resultados obtenidos en dichas pruebas y las pruebas de usuarios finales.

6.1. Consulta sobre el Manual de Nudos y Amarras

En la pantalla principal, se realizó la consulta relacionada al nudo con lazo corredizo, con el propósito de verificar si su respuesta corresponde al contexto del documento subido "Manual de Nudos y Amarras". En el cuadro azul de la Figura 15 se puede observar dicha pregunta y su respectiva respuesta del GPT recibida en el frontend.



Figura 15: Consulta sobre el "nudo con lazo corredizo" basada en el Manual de Nudos y Amarras.

- no es usada como punta de trabajo (el extremo que no se mueve).
- d. **Nudo superior:** nudo principal realizado en el momento en que se realiza una amarra
- e. **Nudo con lazo corredizo:** es el nudo simple que forma un Asa.
- f. **Vuelta:** es un componente de un nudo. Una *vuelta* se pueden hacer alrededor de objetos, a través de los aros o argollas, o alrededor de la parte de fija de la cuerda.

Figura 16: Extracto del Manual de Nudos y Amarras, definición de Nudo con lazo corredizo.

6.2. Consulta sobre tipos de fogatas

Otra prueba importante evaluó la capacidad del modelo para describir la fogata tipo choza o tipi"según el documento *Tipos de Fogatas*. En esta interacción, como se puede ver en la Figura 18, se le consultó al GPT el concepto de una choza o tipi según el documento "Tipos de Fogatas". El asistente detalló la estructura, propósito y construcción de esta fogata, señalando cómo su diseño permite acumular calor en la parte superior, una característica esencial en ambientes fríos o al aire libre.

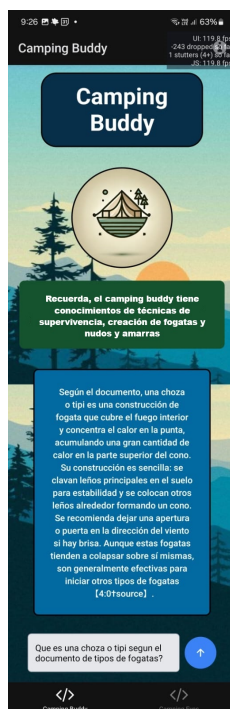


Figura 17: El modelo explica la estructura y función de la fogata choza, reflejando su alineación con el documento de origen.

Choza o Tipi



El fuego en choza o Tipi cubre el fuego interior y concentra el calor sobre la punta de la choza permitiendo que se acumule gran cantidad de calor en la punta del cono. La forma de construcción de esta fogata es simple. Primero se deberá clavar algunos de los leños principales a tierra para que tenga estabilidad, luego se deberá colocar más leños alrededor de los principales formando un cono. Si se detecta una ligera brisa, deje una apertura o puerta en la construcción en la dirección del viento. Mantenerla añadiendo combustible hasta que el fuego haya alcanzado el tamaño deseado. Eventualmente las chozas tienden a caer sobre si mismas, pero son generalmente la mejor construcción para iniciar otras fogatas.



Figura 18: Texto original del archivo de tipos de fogatas

6.3. Consulta sobre supervivencia y bushcraft

Se realizó otra prueba orientada a evaluar la precisión del modelo al responder preguntas sobre conceptos más abstractos, como el "bushcraft," basado en el contenido del *Manual de Supervivencia y Preparacionismo*. La respuesta del GPT describió el bushcraft como un estilo de vida enfocado en la autosuficiencia y el uso sostenible de recursos naturales. Ver Figura 19.

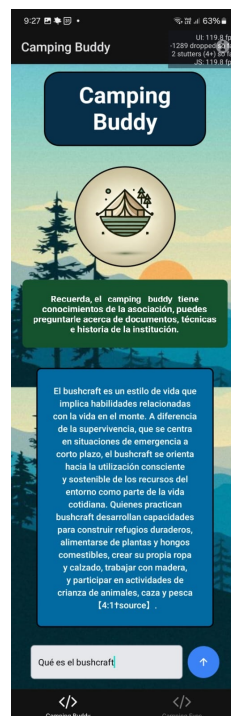


Figura 19: El modelo explica la definición de bushcraft.

El bushcraft es una forma de vida elegida, es un estilo de vida y en su conjunto son "habilidades en asuntos relativos a la vida en el monte". Sus técnicas son similares a las aplicadas en supervivencia a medio plazo, pero el fin que se desea es otro, sus fines buscar una forma de vida utilizando los recursos del entorno, quienes los practican desarrollan, por ejemplo:

- Capacidades para construir una casa para un uso prolongado

Figura 20: Texto sobre bushcraft del Manual de Supervivencia y Preparacionismo.

En todas las respuestas generadas por el modelo, al final de cada una aparecía el texto

[4:1 +source], un elemento recurrente que acompañaba cada resultado. Esta notación se observó consistentemente, proporcionando un identificador específico asociado a cada respuesta generada, lo cual mantenía una uniformidad en el formato de presentación de la información obtenida a través de las consultas realizadas.

6.4. Funcionalidad de reconocimiento de plantas

Para probar la funcionalidad del reconocimiento de plantas en la aplicación, se realizó la prueba con una planta común de casa. El proceso, como se muestra en la Figura 21, fue tomar la fotografía de la planta, presionar el botón “Describir” y obtener una respuesta del GPT. En la sección c. de la Figura se aprecia que el GPT dio una respuesta bastante detallada, describiendo la flor en la imagen con su reino, clase, orden, familia, subfamilia, tribu, género, ubicación y nombre común.

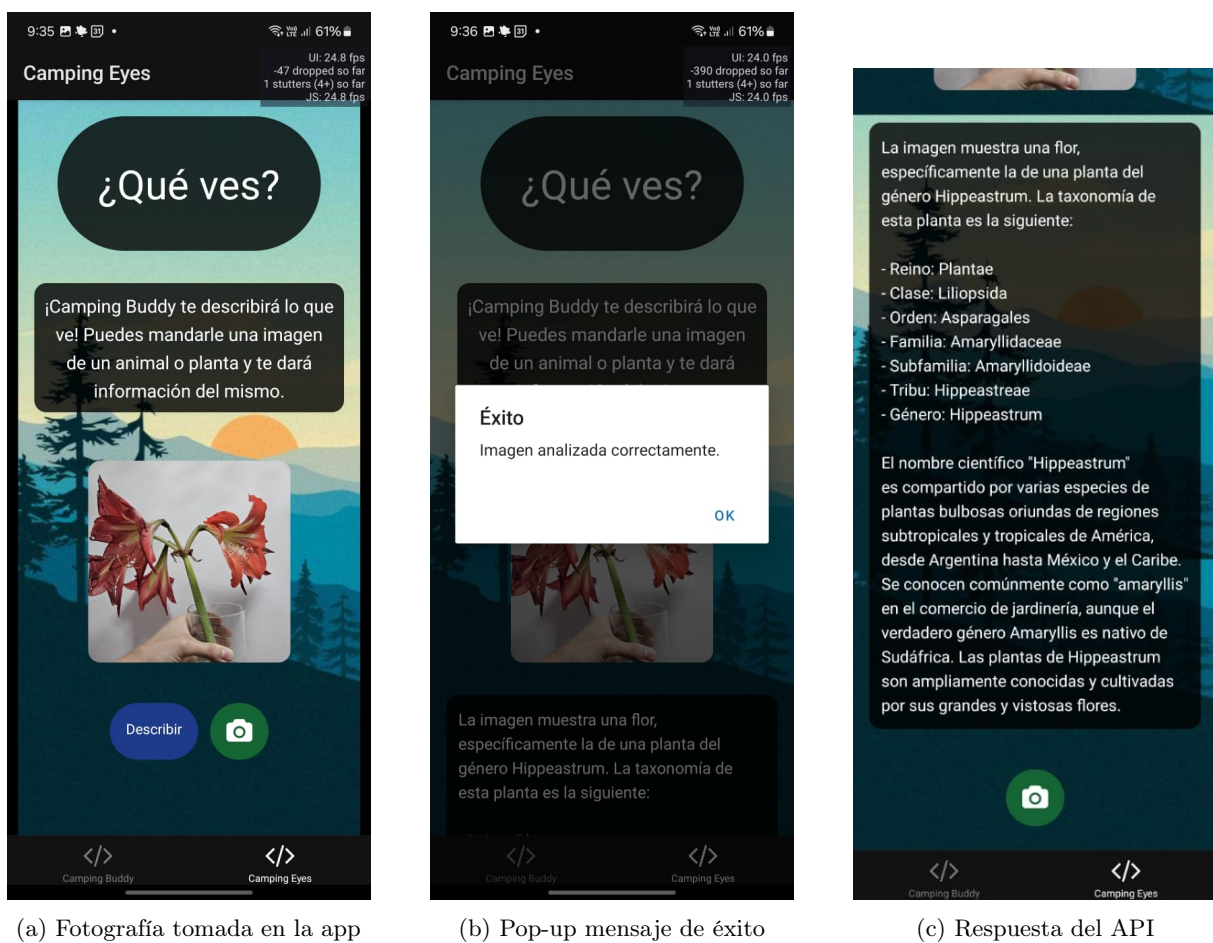


Figura 21: Funcionalidad de la pantalla Camping Eyes

6.5. Resultados de la validación con pruebas con usuarios

Facilidad de uso y comodidad visual

El 40 % de los participantes seleccionaron “Muy de acuerdo“, otro 40 % eligió “De acuerdo“, y el 20 % restante indicó “Neutral“ sobre la afirmación de que la aplicación es fácil de usar y cómoda a la vista. (Figura 22).

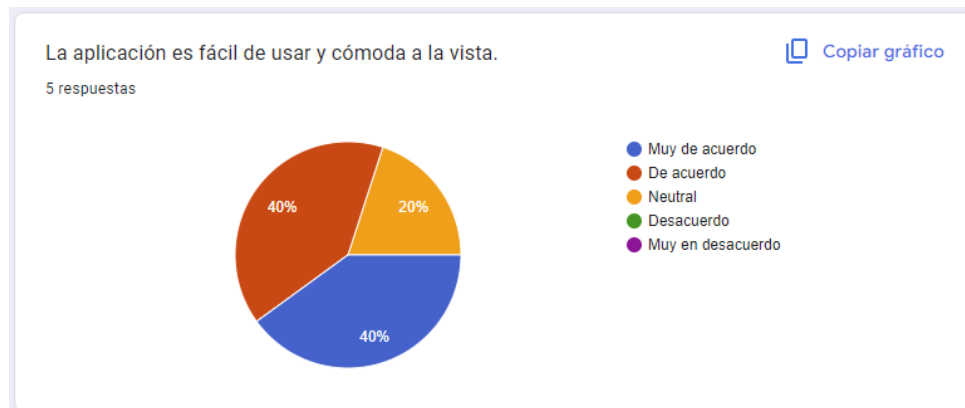


Figura 22: Distribución de respuestas sobre la facilidad de uso y comodidad visual de la aplicación.

Utilidad para actividades al aire libre

El 75 % de los participantes estuvieron “Muy de acuerdo“ en que la aplicación es útil para actividades al aire libre, mientras que el 25 % seleccionó “De acuerdo“ . (Figura 23).

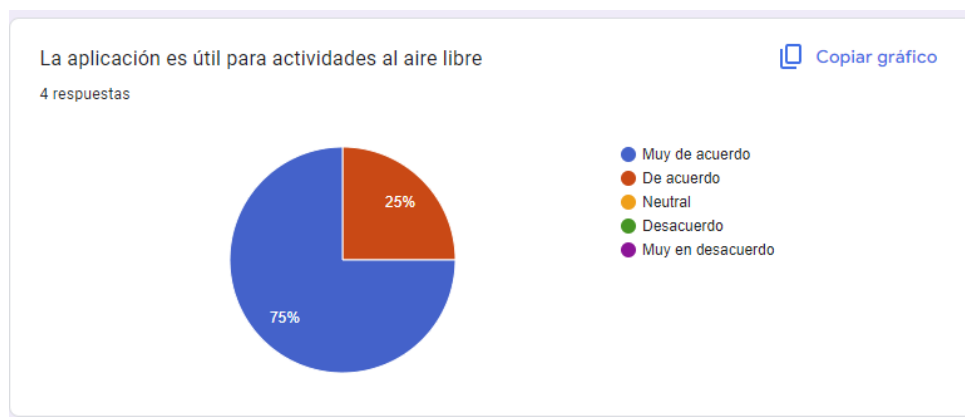


Figura 23: Distribución de respuestas sobre la utilidad de la aplicación para actividades al aire libre.

Precisión y utilidad en temas de camping

El 100 % de los usuarios seleccionaron “Muy de acuerdo“ con la afirmación de que las respuestas de la aplicación son precisas y útiles para temas de camping. (Figura 24).



Figura 24: Distribución de respuestas sobre la precisión y utilidad de las respuestas en temas de camping.

Funcionalidad de reconocimiento de imágenes

Respecto a la satisfacción con la funcionalidad de reconocimiento de imágenes, el 60 % de los participantes seleccionaron “Muy de acuerdo“, y el 40 % eligió “De acuerdo“ . (Figura 25).

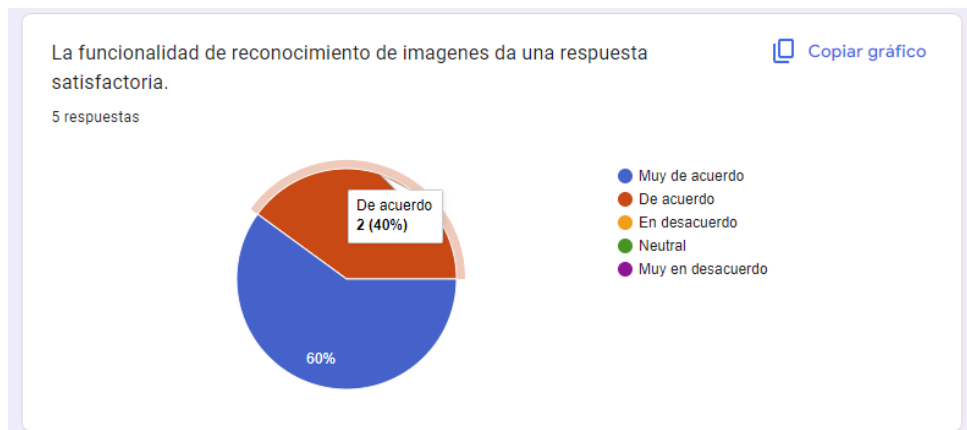


Figura 25: Distribución de respuestas sobre la satisfacción con la funcionalidad de reconocimiento de imágenes.

Apego de las respuestas del GPT a la información de los documentos

Sobre la precisión de las respuestas del GPT en relación con los documentos de referencia, el 60 % de los participantes seleccionaron “Muy de acuerdo“ , mientras que el 20 % seleccionaron “De acuerdo“ y otro 20 % indicó “Neutral“. (Figura 26).

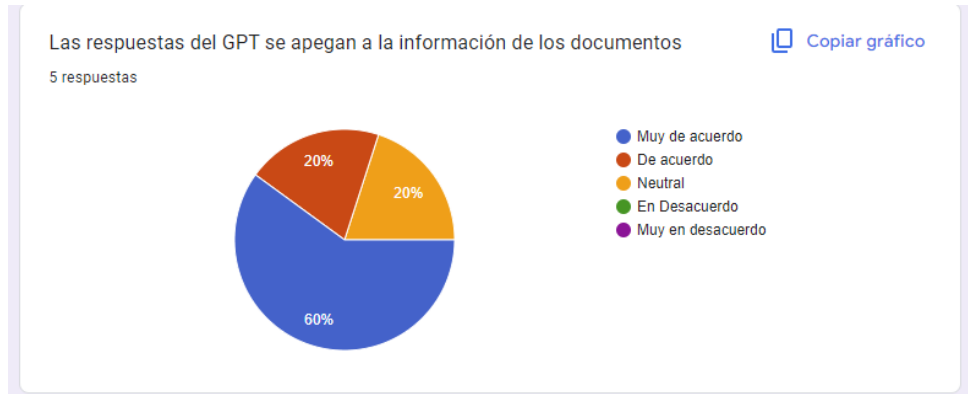


Figura 26: Distribución de respuestas sobre el apego de las respuestas del GPT a la información de los documentos.

La aplicación mostró una capacidad significativa para responder preguntas específicas basadas en documentos de referencia sobre temas de camping, supervivencia y naturaleza. Esto se respalda con los resultados de las pruebas realizadas, las cuales evidencian la efectividad de la integración entre el GPT y el vector store para acceder y contextualizar la información de los documentos PDF subidos a la plataforma.

A continuación, se presenta un análisis detallado de cada prueba realizada, evaluando las respuestas proporcionadas por el modelo en cada caso particular. Estas pruebas permitieron observar distintas facetas de la funcionalidad de la aplicación, aportando una visión integral de su capacidad para alcanzar los objetivos propuestos en este trabajo.

7.1. Consulta sobre el manual de nudos y amarras

La respuesta generada por el modelo en relación con el "nudo con lazo corredizo" mostró un alto grado de precisión al replicar la definición exacta proporcionada en el *Manual de Nudos y Amarras*, utilizando prácticamente las mismas palabras del documento fuente. Esta coincidencia sugiere que el modelo no solo accedió a la información relevante, sino que fue capaz de extraer el contenido preciso necesario para responder a la consulta de forma adecuada y concisa.

Además de la definición textual, el modelo incluyó detalles adicionales sobre la estructura y aplicaciones prácticas del nudo, lo cual evidencia una capacidad de comprensión contextual que va más allá de la simple recuperación de información. Este aspecto es particularmente relevante, ya que implica una adaptación del contenido a un contexto de uso práctico, alineado con las necesidades de quienes emplean estos conocimientos en actividades de camping y supervivencia.

La exactitud de la respuesta puede observarse al comparar la respuesta del GPT (Figura 15) con el extracto del manual de referencia (Figura 16). La similitud entre ambas figuras reitera la capacidad del modelo para interpretar y reproducir con fidelidad los conceptos consultados.

7.2. Consulta sobre tipos de fogatas

En esta prueba, el modelo logró describir exitosamente el concepto de choza o tipi, ape­gándose a la definición del documento descrito. Al igual que en el caso anterior, el GPT utilizó las mismas palabras del documento fuente, incluyendo detalles adicionales. Esto indica una contextualización exitosa para este documento en particular, lo cual puede respaldarse contrastando su respuesta (Figura 18) con el texto respectivo del documento.

7.3. Consulta sobre supervivencia y bushcraft

Esta prueba, orientada a evaluar la respuesta del GPT frente a una pregunta más abierta sobre un concepto amplio, arrojó el resultado esperado. Similar a las pruebas anteriores, el modelo logró describir el concepto de “Bushcraft” tal como se había previsto, respondiendo con texto del documento *Manual de Supervivencia y Preparacionismo*. La comparación directa entre la respuesta del GPT y el texto extraído del documento puede observarse en mayor detalle comparando su respuesta (Figura 19) con el texto respectivo del documento (Figura 20).

Un resultado notorio fue la aparición del texto “[4:1 +source]” al final de cada una de las respuestas del GPT. Este elemento recurrente se debe a que el GPT hacía referencia al vector de dónde obtenía la información en el vector store. A pesar de esta notación adicional, las respuestas obtenidas fueron exitosas y cumplieron con las expectativas previstas.

7.4. Resultados de la funcionalidad de reconocimiento de plantas

La prueba de reconocimiento de plantas demostró resultados satisfactorios. Al capturar una imagen de una planta común y enviar la solicitud al modelo, la aplicación respondió adecuadamente con una descripción detallada de la planta, desglosando su clasificación taxonómica en términos de reino, clase, orden, familia, subfamilia, tribu, género y nombre común. La respuesta del GPT, como se puede ver en la sección c de la Figura 21, muestra la capacidad del sistema para interpretar la imagen correctamente y proporcionar la información solicitada.

El flujo de interacción con el usuario fue claro y funcional, como se observa en el mensaje emergente de éxito (Figura 21, sección b), que confirma la correcta recepción y análisis de la imagen. Este mensaje refuerza la experiencia del usuario al validar que el proceso se ha completado exitosamente antes de presentar la respuesta detallada.

7.5. Resultados de la validación con los usuarios

Los resultados de la validación de la aplicación reflejan una recepción generalmente positiva entre los usuarios, especialmente en relación con la facilidad de uso, la utilidad en actividades al aire libre y la precisión de las respuestas proporcionadas. La accesibilidad y comodidad visual fueron bien valoradas, con un 80 % de los participantes calificándola como fácil de usar y agradable a la vista. Esto sugiere que la interfaz cumple con estándares de usabilidad y diseño intuitivo; sin embargo, el 20 % que se mostró "Neutral" puede indicar áreas en las que se podría mejorar la experiencia visual y la accesibilidad.

La aplicación demostró su utilidad en el contexto de actividades al aire libre, una función esencial para su propósito. Un 75 % de los participantes manifestó una alta concordancia

respecto a esta utilidad, lo que reafirma su relevancia en escenarios de camping y supervivencia. El 25 % restante, que seleccionó "De acuerdo" , aunque positivo, sugiere que existe la posibilidad de perfeccionar algunas funcionalidades para maximizar su valor en el entorno al aire libre.

En temas específicos de camping, la precisión y utilidad de las respuestas generadas por el GPT fueron ampliamente reconocidas, con el 100 % de los participantes en "Muy de acuerdo" sobre su efectividad. Este nivel de aceptación respalda la capacidad del modelo para proporcionar información precisa y relevante, alineándose con los objetivos principales de la aplicación como asistente confiable en la naturaleza.

La funcionalidad de reconocimiento de imágenes recibió una respuesta positiva, con un 60 % de los participantes en "Muy de acuerdo" y un 40 % en "De acuerdo", lo que indica una buena acogida, aunque con un margen para mejorar. Esta variabilidad en las respuestas sugiere que algunos usuarios experimentaron diferencias en la precisión o rapidez de esta función, lo que señala una oportunidad para optimizarla y ofrecer una experiencia más uniforme y satisfactoria.

La precisión de las respuestas del GPT en relación con la información de los documentos de referencia fue valorada favorablemente, con un 60 % en "Muy de acuerdo" y un 20 % en "De acuerdo". La elección de "Neutral" por parte del 20 % de los participantes indica percepciones mixtas sobre la consistencia de algunas respuestas, lo cual podría apuntar a la necesidad de ajustes en la contextualización para asegurar que todas las respuestas reflejen de manera fiel y uniforme la información de los documentos fuente. En el caso de los usuarios que marcaron como neutral esta sección, se considera que esta respuesta podría estar relacionada con la tendencia de los modelos GPT a generar texto que, aunque preciso, en ocasiones incluye información adicional o reformulaciones que no están estrictamente en los documentos de referencia. Esto puede dar lugar a percepciones de ambigüedad o falta de alineación con las expectativas de exactitud. En este sentido, sería útil implementar ajustes que fortalezcan la adherencia del contenido generado a la información específica de las fuentes, garantizando respuestas que reflejen fielmente los datos de los documentos originales.

1. El proyecto resultó en una aplicación funcional que utiliza GPTs para responder preguntas y asistir en actividades al aire libre, cumpliendo así con la meta de ofrecer un método innovador de instrucción.
2. Se realizaron investigaciones y análisis de necesidades que permitieron desarrollar una interfaz intuitiva y cumplir con los requisitos técnicos, lo que facilitó una interacción sencilla y efectiva con el asistente de IA.
3. A pesar de las restricciones presupuestarias que limitaron el conjunto de datos para el entrenamiento del modelo, el asistente fue capaz de responder de manera precisa y relevante a las consultas de los usuarios, mostrando un desempeño satisfactorio en términos de precisión.
4. Se desarrolló una plataforma móvil con una interfaz accesible para el usuario, integrada con el modelo contextualizado con la información obtenida en la investigación.
5. Las pruebas con usuarios finales confirmaron que la aplicación es funcional y útil para actividades al aire libre. Los usuarios encontraron que las respuestas de la IA son precisas y útiles, y la funcionalidad de reconocimiento de imágenes fue valorada positivamente.
6. El producto final de este proyecto es una herramienta educativa eficaz y accesible que puede ser utilizada en entornos naturales, proporcionando información útil y relevante para los usuarios.

1. En el futuro, se podría implementar un entrenamiento del modelo GPT con una mayor cantidad de documentos relevantes. Esta ampliación permitiría que el modelo adquiriera una contextualización más sólida y una mayor precisión en las respuestas, alineándose mejor con las necesidades específicas de los usuarios.
2. El backend podría ser optimizado al utilizar un framework que facilite la escalabilidad para grandes volúmenes de usuarios. Esto sería particularmente útil si los recursos económicos lo permiten, permitiendo soportar una mayor carga de tráfico y mejorando la experiencia general de los usuarios en una aplicación de alto rendimiento.
3. Aplicar fine-tuning al asistente GPT sería beneficioso para una mayor personalización de las respuestas, adaptándolas a contextos y preferencias específicas de los usuarios. Este ajuste haría que el asistente sea aún más efectivo y relevante dentro de la aplicación.
4. Además, se podrían agregar nuevas pantallas en el frontend, como las de inicio de sesión, registro de usuario y una sección de Preguntas Frecuentes (FAQs). Estas funcionalidades facilitarían la gestión de usuarios y mejorarían la accesibilidad y usabilidad de la aplicación.
5. Se recomienda implementar la funcionalidad de consultas adicionales en la pantalla de reconocimiento de imágenes, permitiendo al usuario formular preguntas específicas sobre la imagen que se está describiendo. Esto podría lograrse modificando el código para habilitar una consulta dinámica en la misma pantalla, de manera que se envíe la pregunta al API de OpenAI en lugar de limitarse a una descripción fija codificada. Esta mejora ofrecería una interacción más personalizada y enriquecida, permitiendo que el sistema proporcione respuestas más detalladas y contextuales sobre el contenido visual.
6. Para todas estas mejoras se debe de tomar en cuenta que la escalabilidad de la aplicación es directamente proporcional al costo de los recursos en la plataforma de Open AI.

1. McCulloch, Warren S. y Pitts, Walter, “*A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity*,” *The Bulletin of Mathematical Biophysics*, vol. 5, pp. 115–133, 1943.
2. Turing, Alan, “*Computing machinery and intelligence*,” *Mind*, vol. 59, pp. 433–460, 1950.
3. Darwin, Charles, *On the Origin of Species*. John Murray, London, pp. 62–105, 1859.
4. IEEE Life Members, “*The Impact of Technology in 2023 and Beyond*,” Disponible en: <https://life.ieee.org>, 2023.
5. IEEE Transmitter, “*Impact of Technology 2024*,” Disponible en: <https://transmitter.ieee.org>, 2024.
6. Ouyang, Fang y Page, Mary, “*Artificial Intelligence in higher education: The state of the field*,” *Educational Technology Journal*, 2021.
7. UNESCO Institute for Lifelong Learning, “*Las instituciones de enseñanza superior deben evolucionar para convertirse en referentes para el aprendizaje a lo largo de la vida*,” Disponible en: <https://uil.unesco.org>, 2023.
8. Boyce, Philip, “*Schools Are Outdated. It’s Time For Reform*,” Foundation for Economic Education, 18 de agosto, Disponible en: <https://fee.org>, 2019.
9. Hinton, Geoffrey E., Osindero, Simon y Teh, Yee-Whye, “*A fast learning algorithm for deep belief nets*,” *Neural Computation*, vol. 18, no. 7, pp. 1527–1554, 2006.
10. Doe, John, “*The Role of Telehealth in Managing the COVID-19 Pandemic*,” *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, vol. 24, no. 7, pp. 1986–1994, 2020.
11. Chui, Michael, Harryson, Magnus, Manyika, James, Roberts, Roger, Chung, Rebecca y van Heteren, Andrea, “*Notes from the AI frontier: Applying AI for social good*,” McKinsey Global Institute, 2018.
12. J. W. K. S., “*Scouting Information*,” Disponible en: <https://scouting.org>.

13. Scouts Ecuador, “*Tipos de Fogatas,*” Disponible en: <https://scoutsecuador.org>.
14. ACG Club Maranatha, “*Manual de Nudos y Amarras I,*” Disponible en: <https://acgclubmaranatha.wordpress.com>, 2014.
15. OpenAI, “*Introducing GPTs,*” Disponible en: <https://openai.com>, 2023.
16. OpenAI, “*Hello GPT-4,*” Disponible en: <https://openai.com>, 2023.
17. OpenAI, “*Vector Stores,*” OpenAI Documentation, Disponible en: <https://platform.openai.com>, 2023.
18. OpenAI, “*What models can be fine-tuned,*” OpenAI Documentation, Disponible en: <https://platform.openai.com>, 2024.
19. OpenAI, “*Data Retrieval,*” OpenAI Documentation, Disponible en: <https://platform.openai.com>, 2023.
20. Costa, Paulo y García, Maria, “*Artificial intelligence in education: A systematic literature review,*” *ScienceDirect*, 2017.
21. Supervivencia, E., “*Manual de Supervivencia y Preparacionismo, versión 21,*” Disponible en: <https://esupervivencia.com>, 2023.
22. Expo Documentation, “*Visión general,*” Disponible en: <https://docs.expo.dev>.
23. LeCun, Yann, Bengio, Yoshua y Hinton, Geoffrey, “*Deep learning,*” *Nature*, vol. 521, 2015.
24. Terrón García, Pablo, “*Digitalización, de opción a obligación,*” TFG, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad Complutense de Madrid, 2019.
25. Radford, Alec y otros, “*Learning Transferable Visual Models From Natural Language Supervision,*” arXiv preprint, arXiv:2103.00020, 2021.
26. Guu, Kelvin, Lee, Kenton, Tung, Zora, Pasupat, Panupong y Chang, Ming-Wei, “*REALM: Retrieval-Augmented Language Model Pre-Training,*” arXiv preprint, arXiv:2002.08909, 2020.
27. Johnson, Jeff, Douze, Matthijs y Jégou, Hervé, “*Billion-scale similarity search with GPUs,*” *IEEE Transactions on Big Data*, vol. 7, no. 3, pp. 535–547, 2019.
28. Karpukhin, Vladimir y otros, “*Dense Passage Retrieval for Open-Domain Question Answering,*” arXiv preprint, arXiv:2004.04906, 2020.
29. Nielsen, Jakob y Landauer, Thomas K., “*A Mathematical Model of the Finding of Usability Problems,*” en *Proceedings of the INTERCHI '93 Conference on Human Factors in Computing Systems*, ACM, Amsterdam, pp. 206–213, 1993.

1. **API (Interfaz de Programación de Aplicaciones):** Conjunto de reglas y protocolos que permiten la comunicación entre diferentes programas de software, facilitando la integración y la reutilización de funcionalidades.
2. **Vector Store (Almacén de Vectores):** Estructura de almacenamiento que contiene vectores de características numéricas, utilizadas para representar el significado semántico de fragmentos de texto en una forma compacta y accesible.
3. **Embeddings (Incrustaciones):** Representación numérica de palabras o fragmentos de texto en un espacio vectorial, donde la proximidad indica similitud semántica.
4. **Hooks (Ganchos):** Funciones de React utilizadas para gestionar el estado y la lógica en componentes de la aplicación de manera reutilizable.
5. **Fine-Tuning (Ajuste Fino):** Proceso de entrenamiento adicional en un modelo de IA para especializarlo en tareas o contenidos específicos, mejorando su precisión en temas particulares.
6. **App keys (Claves de la Aplicación):** Credenciales únicas utilizadas para autenticar el acceso a una API, garantizando la seguridad y el control de acceso.
7. **Data Retrieval (Recuperación de Datos):** Técnica que permite al modelo acceder rápidamente a la información en un almacén de datos, mejorando su capacidad para responder de manera precisa.
8. **Frontend (Parte Frontal):** Sección de una aplicación que interactúa directamente con el usuario, mostrando interfaces y recibiendo entradas.
9. **Backend (Parte Posterior):** Componente de la aplicación encargado de gestionar la lógica, la base de datos y las conexiones con servicios externos.