



Universidad de Cuenca

Facultad de Ingeniería

Carrera de Ingeniería en Sistemas

Sistema de Navegación Virtual 360° para un museo con la ayuda de un asistente de ChatBot con IA y Recomendaciones Personalizadas. Caso de estudio: Museo del Monasterio de las Conceptas de la Ciudad de Cuenca

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero de Sistemas

Autor:

Rommel Javier Chocho Rivas

Director:

María Fernanda Granda Juca

ORCID:  0000-0002-5125-8234

Codirector:

Luis Otto Parra González

ORCID:  0000-0003-3004-1025

Cuenca, Ecuador

2024-10-08

Resumen

Los museos enfrentan el desafío de adaptar sus espacios y contenidos a las nuevas tecnologías para mejorar la accesibilidad y la experiencia del visitante. En este contexto, nace la necesidad de desarrollar sistemas de navegación virtual que permitan a los usuarios poder realizar visitas a los museos de manera no presencial, inmersiva y además obtener información personalizada sobre sus exhibiciones y principales obras de arte. Este trabajo de titulación, que lleva por nombre "Sistema de Navegación Virtual 360° para un museo con la ayuda de un asistente de ChatBot con IA y Recomendaciones Personalizadas. Caso de estudio: Museo del Monasterio de las Conceptas de la Ciudad de Cuenca", se enfoca en la implementación de un sistema informático que presenta una interfaz de navegación 360° y un ChatBot con inteligencia artificial. El sistema de navegación 360° permite a los usuarios explorar las salas y exhibiciones del museo de manera virtual, mientras que el ChatBot, ofrece respuestas y recomendaciones personalizadas. Con el fin de presentar recomendaciones de mayor precisión, se implementó un Sistema de Recomendación basado en contenido. La metodología utilizada incluyó la Transferencia de Tecnología con Base Empírica, la misma que asegura que exista una colaboración efectiva entre la academia y la industria. La evaluación del sistema se realiza mediante pruebas con un conjunto de usuarios reales, mostrando resultados positivos en términos de precisión de las respuestas del ChatBot y la pertinencia de las recomendaciones según el contenido visitado. Además, se identificaron áreas de mejora y posibles extensiones futuras, como la ampliación del recorrido virtual para todas las salas del museo.

Palabras clave del autor: inteligencia artificial, museo virtual, sistema de recomendación



El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Cuenca ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por la propiedad intelectual y los derechos de autor.

Repositorio Institucional: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Abstract

Museums face the challenge of adapting their spaces and contents to new technologies to improve accessibility and visitor experience. In this context, the need arises to develop virtual navigation systems that allow users to visit museums in a non-presential, immersive way and also to obtain personalized information about their exhibits and main works of art. This degree project, entitled "360° Virtual Navigation System for a Museum with the Help of an AI ChatBot and Personalized Recommendations. Case study: Museo del Monasterio de las Conceptas de la Ciudad de Cuenca", focuses on the implementation of a computer system that presents a 360° navigation interface and a ChatBot with artificial intelligence. The 360° navigation system allows users to explore the museum's rooms and exhibits virtually, while the ChatBot offers personalized answers and recommendations. In order to present more accurate recommendations, a content-based recommendation system was implemented. The methodology used included Empirically-Based Technology Transfer, which ensures effective collaboration between academia and industry. The evaluation of the system is performed through tests with a set of real users, showing positive results in terms of accuracy of the ChatBot responses and the relevance of the recommendations according to the content visited. In addition, areas for improvement and possible future extensions were identified, such as the expansion of the virtual tour to all the museum's rooms.

Author Keywords: artificial intelligence, virtual museums, recommendation system



The content of this work corresponds to the right of expression of the authors and does not compromise the institutional thinking of the University of Cuenca, nor does it release its responsibility before third parties. The authors assume responsibility for the intellectual property and copyrights.

Institutional Repository: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Índice de contenido

Capítulo 1: Introducción	11
1.1. Panorama General y Justificación.....	11
1.2. Estado del Arte	11
1.3. Objetivos Generales y Específicos.....	14
1.3.1. Objetivo General	14
1.3.2. Objetivos Específicos.....	14
1.4. Metodología a utilizar	15
1.5. Contexto del Trabajo de Titulación.....	16
1.6. Estructura del Documento.....	17
Capítulo 2: Marco Conceptual y Tecnológico	19
2.1. Marco Conceptual.....	19
2.1.1. Realidad Virtual	19
2.1.2. Inteligencia Artificial (IA).....	19
2.1.3. ChatBot.....	20
2.1.4. Embedding	20
2.1.5. Machine Learning	21
2.1.6. Modelo de Lenguaje a Gran Escala (LLM).....	21
2.1.7. Generación Aumentada de Recuperación (RAG).....	21
2.1.8. Sistemas de Recomendación (RS)	22
2.1.9. Usabilidad	22
2.1.10. Cuestionarios CUQ	23
2.1.11. Cuestionarios SUS.....	23
2.2. Marco Tecnológico.....	24
2.2.1. ReactJs.....	24
2.2.2. NodeJs	24
2.2.3. Phytton	24
2.2.4. Docker	25
2.2.5. React-Simple-ChatBot	25
2.2.6. Whisper	25
2.2.7. OpenAI	26
2.2.8. LangChain	26
2.2.9. Postgres	26
Capítulo 3: Arquitectura del Sistema	27
3.1. Descripción General de la Metodología de Desarrollo.....	27

3.2.	Contexto de uso.....	28
3.3.	Especificación de Requisitos	28
3.4.	Análisis y Diseño de la Base de Datos.....	29
3.4.1.	Recolectar datos.....	29
3.4.2.	Diseño de la Base de Datos.....	31
3.5.	Análisis y Diseño del Frontend y Backend	32
3.6.	Análisis y Diseño del ChatBot y Entrenamiento	33
3.7.	Análisis y Diseño del Sistema de Recomendaciones	34
Capítulo 4:	Implementación del Sistema	36
4.1.	Visita 360°	36
4.1.1.	Valoración.....	36
4.1.2.	Diseño y Desarrollo.....	37
4.1.3.	Evaluación	39
4.2.	Sistema de Administración de usuarios y Reportes	40
4.2.1.	Valoración.....	40
4.2.2.	Diseño y Desarrollo.....	44
4.2.3.	Evaluación	53
4.3.	ChatBot y entrenamiento con diferentes modelos de aprendizaje	54
4.3.1.	Valoración.....	55
4.3.2.	Diseño y Desarrollo.....	56
4.3.3.	Proceso RAG.....	57
4.3.4.	Evaluación	58
4.4.	Sistema de Recomendaciones.....	59
4.4.1.	Valoración.....	59
4.4.2.	Diseño y Desarrollo.....	60
4.4.3.	Sistema de Recomendación	61
4.4.4.	Evaluación	62
4.5.	Cierre del proyecto.....	63
Capítulo 5:	Evaluación del Sistema.....	64
5.1.	Evaluación de ChatBot	64
5.1.1.	Definir Métricas.....	64
5.1.2.	Definir Modelos a Evaluar	64
5.1.3.	Crear un Conjunto de Pruebas.....	64
5.1.4.	Obtener Respuestas de los Modelos	64
5.1.5.	Analizar y Evaluar Resultados	66
5.2.	Evaluación de sistema de Recomendaciones	68

5.2.1.	Definir Métricas de Evaluación.....	68
5.2.2.	Definir modelos de Evaluación.....	68
5.2.3.	Variables.....	68
5.2.4.	Construir un Conjunto de Datos de Prueba.....	69
5.2.5.	Generar Recomendaciones	69
5.2.6.	Analizar y Evaluar Resultados	69
5.3.	Evaluación de la usabilidad y experiencia del usuario sobre el sistema	70
5.3.1.	Elección de la muestra.....	70
5.3.2.	Evaluación de la usabilidad del sistema informático.....	71
5.3.3.	Evaluación de la usabilidad del ChatBot	74
5.3.4.	Evaluación de la experiencia del usuario	75
Capítulo 6:	Conclusiones y Trabajos Futuros.....	80
6.1.	Conclusiones	80
6.1.1.	Objetivo General.....	80
6.1.2.	Objetivo Específico 1	80
6.1.3.	Objetivo Específico 2	81
6.1.4.	Objetivo Específico 3	81
6.2.	Trabajos Futuros.....	82
Referencias	.....	83
Anexos	.....	86
Anexo A:	.....	86
Anexo B:	.....	92
Anexo C	.....	97
Anexo D	.....	111
Anexo E	.....	130
Anexo F	.....	135
Anexo G	.....	138
Anexo H	.....	141
Anexo I	.....	145
Anexo J	.....	151

Índice de figuras

Figura 1: Modelo de transferencia tecnológica de Gorscheck.....	15
Figura 2: Relaciones entre Tesis y Metodologías	18
Figura 3: Similitud del Coseno	20
Figura 4: Distancia Euclidiana	21
Figura 5: Usabilidad.....	22
Figura 6: Etapas de la metodología de desarrollo	27
Figura 7: Diagrama Entidad-Relación de la Base de Datos	32
Figura 8: Arquitectura General del Sistema	33
Figura 9: Arquitectura del ChatBot (RAG).....	34
Figura 10: Arquitectura del Sistema de Recomendaciones.....	35
Figura 11: Pantalla principal de la visita 360°	37
Figura 12: Pantalla principal de la visita 360° (móvil)	37
Figura 13: Panel en pantalla completa de la pieza de arte seleccionada.	38
Figura 14: Sala de Bordado con navegación 360°	38
Figura 15: Sala “El Risco” e información de piezas (móvil)	39
Figura 16: Pantalla principal del sistema.....	45
Figura 17: Pantalla principal del sistema (móvil)	45
Figura 18: Pantalla para Ingreso al Sistema	46
Figura 19: Pantalla para Ingreso al Sistema (móvil)	46
Figura 20: Pantalla para Registro	47
Figura 21: Pantalla para Registro (móvil).....	47
Figura 22: Pantalla Home del usuario.....	48
Figura 23: Pantalla Home del usuario (móvil)	48
Figura 24: Pantalla Perfil del Usuario.....	49
Figura 25: Pantalla Perfil del Usuario (móvil)	49
Figura 26: Pantalla de Administración. Listado de usuarios	50
Figura 27: Pantallas para administración (móvil)	50
Figura 28: Pantalla de Administración. Mantenimiento de Usuarios.....	51
Figura 29: Sección Footer.	51
Figura 30: Pantalla para mantenimiento (móvil).....	51
Figura 31: Pantalla de Reportes	52
Figura 32: Pantalla de Reportes (móvil).....	52
Figura 33: Pantalla Salir del Sistema.....	53
Figura 34: Pantalla Salir del Sistema (móvil)	53

Figura 35: Componente ChatBot.	56
Figura 36: Componente ChatBot (móvil).....	57
Figura 37: Componente ChatBot con recomendaciones.....	60
Figura 38: Componente ChatBot con recomendaciones (móvil)	61
Figura 39: Grupo de Estudiantes que realizan las pruebas.....	70
Figura 40: Pruebas del sistema	71
Figura 41: Escala de aceptabilidad del puntaje SUS	73
Figura 42: Diagrama de caja y bigotes del puntaje SUS de los participantes.....	73
Figura 43: Diagrama de caja y bigotes del puntaje CUQ de los participantes.	75
Figura 44: Valor promedio de cada pregunta del cuestionario UEQ	77
Figura 45: Resultados de las pruebas en la Escala de UEQ.....	78
Figura 46: Resultados de Recomendaciones pregunta 1.....	78
Figura 47: Resultados de Recomendaciones del usuario pregunta 2	79
Figura 48: Resultados de Recomendaciones del usuario pregunta 3	79

Índice de tablas

Tabla 1: Datos necesarios para la creación de un usuario.....	30
Tabla 2: Roles para diferentes tipos de usuarios	30
Tabla 3: Datos necesarios para la creación de las piezas de arte.....	30
Tabla 4: Datos necesarios para registrar una visita.	31
Tabla 5: Datos necesarios para registrar un comentario.....	31
Tabla 6: Piezas que se podrán observar dentro del recorrido 360°	31
Tabla 7: Requerimientos funcionales ordenados para el Primer ciclo VDDE	36
Tabla 8: Requerimientos funcionales evaluados del Primer ciclo VDDE	39
Tabla 9: Requerimientos funcionales ordenados para el Segundo ciclo VDDE.....	40
Tabla 10: Requerimientos funcionales evaluados del Segundo ciclo VDDE	54
Tabla 11: Requerimientos funcionales ordenados para el Tercer ciclo VDDE.....	55
Tabla 12: Requerimientos funcionales evaluados del Tercer ciclo VDDE	58
Tabla 13: Requerimientos funcionales ordenados para el Cuarto ciclo VDDE	59
Tabla 14: Requerimientos funcionales evaluados del Cuarto ciclo VDDE	62
Tabla 15: Resultados de evaluación del ChatBot para el modelo 1	66
Tabla 16: Resultados de evaluación del ChatBot para el modelo 2	67
Tabla 17: Resultados de evaluación del ChatBot para el modelo 3	67
Tabla 18: Resultados de evaluación de sistema de recomendaciones	70
Tabla 19: Tareas para evaluar la usabilidad del sistema (usuario normal)	71
Tabla 20: Tareas para evaluar la usabilidad del sistema (usuario administrador)	72
Tabla 21: Tareas para evaluar la usabilidad del Chatbot	74
Tabla 22: Resultados de pruebas con cuestionarios UEQ divididos por subescala.....	76

Agradecimientos

El resultado exitoso de este trabajo de titulación no hubiera sido posible sin la ayuda de personas e instituciones que han apoyado este proyecto. Por eso, me da mucho gusto expresar mis agradecimientos en este espacio.

Primero, quiero agradecer a Dios, por haberme acompañado y guiado a lo largo de todos estos años, por ayudarme a culminar este proceso y por darme el coraje, la fuerza y la perseverancia para hacer posible uno de mis sueños.

A mi familia, gracias por el apoyo incondicional, su confianza y sus palabras de aliento me permitieron terminar mi carrera.

A mis directores, la Ing. María Fernanda Granda y el Ing. Otto Parra, les agradezco por su tiempo y por los conocimientos que me compartieron a lo largo de todo este proceso. Gracias por todas sus guías.

A la Universidad de Cuenca, al museo “Monasterio de las Conceptas”, y en especial a la directora del museo la Dra. Mónica Muñoz, les agradezco profundamente por su valiosa colaboración y apoyo en la realización de este proyecto. Su participación ha enriquecido significativamente el resultado final.

Rommel Chocho R.

Capítulo 1: Introducción

1.1. Panorama General y Justificación

En los últimos tiempos, los avances en tecnología de la información y comunicación (TIC) han generado nuevas oportunidades para acceder de forma remota a la información. La importancia de este progreso se ha visto magnificada por el confinamiento sometido a la población mundial debido a la pandemia de COVID-19, que ha llevado a un aumento en la demanda de servicios virtuales, incluyendo aquellos que permiten el acceso a sitios de patrimonio cultural, como museos (Tsitseklis, Stavropoulou, Zafeiropoulos, Thanou, & Papavassiliou, 2023).

Muchas organizaciones y museos han adoptado esta tendencia y ahora ofrecen servicios de navegación 360° (se refiere a la tecnología que permite explorar un lugar, como si estuviese físicamente presente, desde su dispositivo electrónico). Para facilitar dichos servicios, se han desarrollado agentes conversacionales como una de las técnicas más comunes para brindar orientación en tiempo real a los usuarios finales y mejorar su experiencia al utilizar servicios en línea (Tsitseklis et al., 2023), es decir, el agente conversacional llega a ser el guía turístico del museo. Sin embargo, los principales museos de la ciudad de Cuenca no disponen de esta tecnología y para poder conocerlos únicamente se puede realizar mediante visitas físicas.

Para solucionar este inconveniente, en este trabajo se propone desarrollar un sistema que permita realizar una visita virtual en 360° por el museo del Monasterio de Las Conceptas en donde se podrá observar algunas de las obras de arte y reliquias que este posee. Además, el sistema dispondrá de un agente conversacional entrenado con Inteligencia Artificial (IA), desarrollado para brindar servicios de navegación en línea. Este agente se presentará en forma de un ChatBot que servirá como interfaz entre el sistema del museo y sus visitantes. Durante la navegación en línea del visitante por el museo, el ChatBot ofrecerá recomendaciones de exhibiciones e información multimedia relacionada que el visitante puede ver. El agente además aceptará notas de voz para permitir una mejor experiencia a la hora de conversar con el ChatBot (asistente conversacional inteligente). El sistema contará con un módulo de administración de usuarios, manejo de piezas y reportes. Se ha propuesto además realizar el análisis y comparación del agente con varios modelos de aprendizaje. Al final del proyecto se realizará una evaluación de la usabilidad del sistema con una muestra de usuarios del museo del Monasterio de las Conceptas.

1.2. Estado del Arte

En esta sección se incluyen los resultados del análisis de los trabajos más relevantes sobre agentes conversacionales (ChatBots) e Inteligencia Artificial utilizados para exposiciones de

arte, así también aquellas entidades, empresas de arte que disponen de un recorrido 360° para sus visitantes. Para ello, hemos recopilado trabajos relacionados que corresponden a los últimos seis años (2017-2023). Estos trabajos se describen a continuación:

El Día Internacional de la Eliminación de la Discriminación Racial, el Príncipe Constantijn de los Países Bajos lanzó el Bot de la Casa de Ana Frank para Messenger. El robot impulsado por IA está diseñado para proporcionar a las personas información sobre la historia de vida de Ana Frank en una conversación de chat personalizada, así como información práctica para los visitantes sobre la Casa de Ana Frank. La Casa de Ana Frank es uno de los primeros museos del mundo en utilizar esta tecnología en la plataforma Messenger. (Anne Frank House, 2017)

(Hernández Hernández & López Collazo, 2021) Nos presenta Louvre ChatBot, que es una App para descubrir las obras de arte del Museo del Louvre mediante entretenidas historias. En ella se simula mantener una conversación con el usuario, esta se establece con textos, animaciones e imágenes. Mediante la Inteligencia Artificial el software es capaz de simular una conversación con el usuario. Una conversación heurística, en la cual se establece un diálogo con los usuarios dirigido mediante preguntas que van orientando el proceso de razonamiento de estos para que arriben a conclusiones. Aquí se produce un proceso interactivo, las preguntas están concatenadas de tal manera que dirijan ese razonamiento paso a paso y de etapa en etapa. El usuario se enrola en una conversación interactiva mediante imágenes, animaciones y textos con interrogantes, un contenido bien organizado y una historia adecuadamente estructurada, que aporta disímiles datos de las obras: dimensiones, forma, textura, estado de conservación, color, fechas, entre otras características. Es una manera de interpretación del patrimonio que resulta muy interesante y efectiva, se comunica información de las obras a los usuarios. La explicación va dirigida a origen, naturaleza, propósitos, sitios y fenómenos históricos. La App tiene como objetivo mejorar y enriquecer la experiencia del visitante, ayudándolo a entender la importancia de la obra y el sitio que están visitando y conectando estos significados a sus propias experiencias personales.

(García Fernández & Velarde Bazán, 2021) presentan el caso de transformación digital en los museos públicos del Perú, un proyecto coordinado entre la Oficina General de Estadística y Tecnología de Información y Comunicaciones y la Dirección General de Museos del Ministerio de Cultura. Este proyecto administra 56 museos a nivel nacional y se ha implementado veinticinco espacios culturales, de los cuales se encuentran veintiún museos. Los recorridos virtuales cuentan con una audioguía que nos introduce en el museo, un mapa del museo que

permite guiar el recorrido, piezas en 3D y, finalmente, un recorrido por las salas. Dichos recorridos están diseñados con un guion museográfico y objetivos educativos; principalmente protegen el patrimonio y lo ponen en valor; se identifican oportunidades para agregar valor a la experiencia y se busca integrarlos en la experiencia del visitante. A mediados de 2021, se registran más de 4,5 millones de visitas virtuales. El Museo Nacional de Arqueología es uno de los más visitados, luego le siguen Antropología e Historia del Perú (Lima), el Museo Nacional de Chavín (Áncash), el Museo de Sitio Manuel Chávez Ballón de Machu Picchu, el Museo de Arte Italiano (Lima) y el Museo de Sitio Pachacamac. Los visitantes virtuales se han ido incrementando desde marzo de 2020, fecha en la que iniciaron las medidas de confinamiento, en un 300%, con aproximadamente 100 mil visitas mensuales.

En nuestro país (Agudo, Barreto, Parra, & Granda, 2022) nos presentan una metodología que es útil para la creación de aplicaciones de Realidad Extendida (Extended Reality, XR), aplicadas a espacios expositivos, que permiten obtener una buena experiencia de usuario. Para esto desarrollan un prototipo funcional de una aplicación web que permite una visita virtual a la Sala de Elia Liut y la Reserva Arqueológica del Museo Municipal Remigio Crespo Toral de la ciudad de Cuenca, todo esto a través de recorridos 360°. La arquitectura principal consta de tres capas: capa de presentación, capa de servicios y capa de datos. Se utiliza Oracle XE como base de datos, la misma permite almacenar la información correspondiente a las exposiciones del museo. La Capa de Servicio permite el acceso a la información almacenada en la Capa de Datos, para ello se utiliza Spring Boot como framework para implementar una API Rest. Finalmente, en la Capa de Presentación se usa de React Js para crear interfaces gráficas interactivas, así como también permite la interacción con diferentes dispositivos de entrada y/o salida.

(Pilligua Guerrero & Mero Jara, 2022) presentan un proyecto para brindar información turística de Ecuador, con el objetivo principal de utilizar plataformas gratuitas de acceso libre que implementen la Inteligencia Artificial, el aprendizaje automático y técnicas de procesamiento del lenguaje natural para desarrollar un prototipo de ChatBot que pueda simular una conversación humana siendo capaz de interpretar los mensajes del usuario para responder lo requerido. La metodología usada fue Scrum; además después de investigar los conceptos, las bases teóricas, las plataformas y demás tecnologías que permiten la creación de un asistente tipo ChatBot, para la implementación se utilizó la plataforma de IA de Google DialogFlow que permite la integración y despliegue de un agente conversacional en diferentes aplicaciones. Como resultado final se obtuvo un prototipo de ChatBot funcional, operativo y entrenado capaz de sugerir y brindar información turística de la ciudad de Guayaquil a través de la aplicación de mensajería instantánea Telegram.

(Tsitseklis et al., 2023) nos presentan un agente conversacional desarrollado para la prestación de servicios de navegación en línea en el Museo de Paleontología y Geología en Atenas. Este agente se presenta en forma de un ChatBot que sirve como interfaz entre el sistema del museo y sus visitantes. Durante la navegación en línea del visitante por el museo, el ChatBot proporciona recomendaciones para exposiciones e información multimedia relacionada que el visitante puede ver. El agente aprovecha técnicas de Procesamiento del Lenguaje Natural (Natural Language Processing, NLP) que emplean componentes de Reconocimiento de Entidades Nombradas (Named-entity Recognition, NER) entrenados con datos generados sintéticamente para ayudar a interpretar la entrada del usuario en inglés o griego. Además, presentamos un Sistema de Recomendación (Recommender System, RS) que ofrece sugerencias para exposiciones relevantes en cada paso de la navegación del usuario a través de la colección del museo. El RS utiliza un método híbrido que combina enfoques basados en el contenido y filtrado colaborativo. Las funciones del agente conversacional son respaldadas por una base de datos de Grafo de Conocimiento (Knowledge Graph, KG) que almacena los datos relevantes.

Hoy en día alrededor del mundo existen muchos lugares turísticos y de arte que permiten que sus visitantes puedan realizar recorridos 360° por todas sus instalaciones. A nivel de nuestro país también se encuentran lugares y museos que permiten este paseo virtual, sin embargo, no existe ninguno que tenga un asistente conversacional que nos pueda guiar y dar información sobre el recorrido virtual que estamos haciendo.

El propósito del trabajo actual pretende solventar estas limitaciones de dichas aplicaciones ya existentes que presentan los museos, incorporando un ChatBot con inteligencia artificial para que con esto los usuarios y visitantes se nutran con mucha más información sobre las obras de su interés y además reciban recomendaciones de más obras.

1.3. Objetivos Generales y Específicos

1.3.1. Objetivo General

Analizar, desarrollar e implementar un sistema informático que permita a las personas visitar un museo de manera virtual mediante un sistema de navegación 360°, con ayuda de un ChatBot con IA para dar recomendaciones de acuerdo a sus preferencias.

1.3.2. Objetivos Específicos

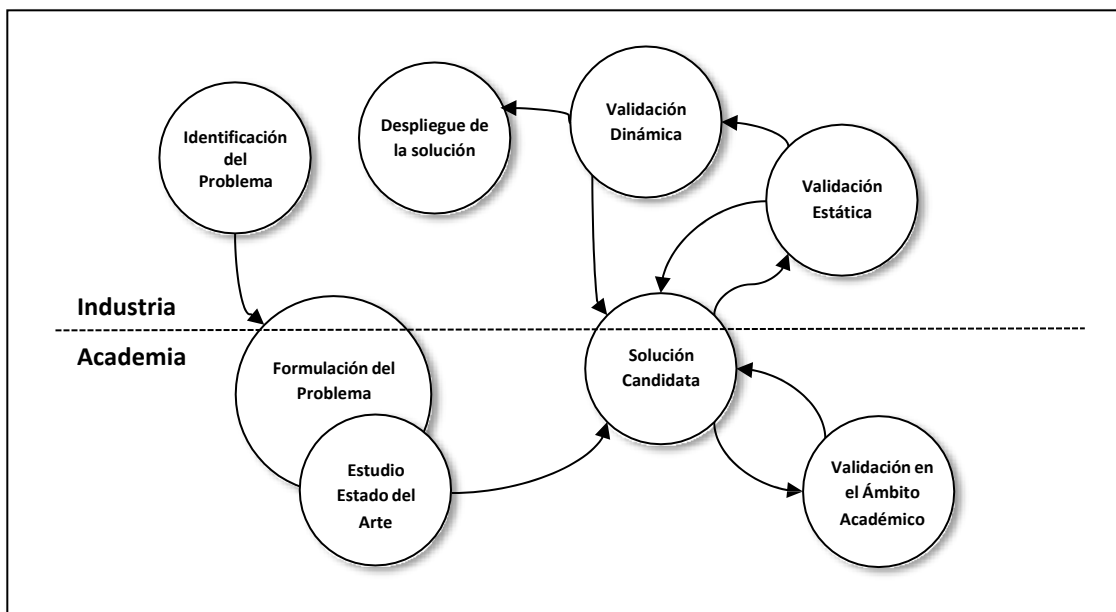
- Desarrollar e implementar un ChatBot con IA y un sistema de recomendaciones personalizadas como parte del sistema informático para visitas virtuales a museos, garantizando una experiencia interactiva y enriquecedora para los usuarios.

- Evaluar el rendimiento de diferentes modelos de aprendizaje para el ChatBot, analizando su capacidad para brindar respuestas precisas y relevantes a las consultas de los usuarios.
- Realizar una evaluación de usabilidad del sistema informático propuesto, recopilando datos sobre la experiencia del usuario, la facilidad de navegación y la satisfacción general de los visitantes virtuales del museo.

1.4. Metodología a utilizar

Para este proyecto se utilizará la metodología Transferencia de Tecnología con Base Empírica, ya que según (Gorschek, Garre, Larsson, & Wohlin, 2006) en muchos casos, no es suficiente realizar solo investigaciones académicas, por ejemplo, en ingeniería de requisitos o pruebas de software. La ingeniería de software se prefiere realizar en colaboración entre la academia y la industria para permitir la transferencia de conocimiento en ambas direcciones y, al final, la transferencia de nuevos métodos, tecnologías y herramientas desde la academia hacia la industria.

Figura 1: Modelo de transferencia tecnológica de Gorschek.



Nota: Este gráfico muestra el modelo Gorschek y sus diferentes fases. Adaptada de (Gorschek et al., 2006)

A continuación, describimos cada paso de esta metodología:

1.4.1. Identificación del problema: Lo primero es encontrar los problemas reales en un contexto industrial específico. Puede realizarse utilizando, por ejemplo, una encuesta o entrevistas.

1.4.2. Formulación del problema: Los problemas identificados deben formularse como un problema de investigación. Si existen más de un problema se deben establecer prioridades sobre cada uno.

1.4.3. Estudio del estado del arte: Los investigadores debe realizar una búsqueda bibliográfica para conocer los enfoques existentes. Toda esta información nos proporciona una base para comprender la relación entre los enfoques disponibles y las necesidades industriales reales.

1.4.3. Solución Candidata: Se desarrolla basándose en los enfoques disponibles y las necesidades reales; métodos, tecnologías y herramientas utilizadas en la empresa. La intención es presentar una solución genérica para luego abordar lo específico.

1.4.4. Validación en el ámbito académico: De manera que sea posible detectar cualquier fallo evidente en la solución propuesta e identificar propuestas de mejora para la solución candidata.

1.4.5. Validación Estática: Esto puede hacerse mediante una presentación de la solución candidata, seguida de entrevistas a diferentes representantes de la industria en diferentes roles afectados.

1.4.6. Validación Dinámica: Es una evaluación piloto. La nueva solución puede ser utilizada en un proyecto, un subproyecto, partes de un sistema o para una actividad específica;

1.4.7. Despliegue de la solución: Asegurarse que la solución de investigación sea entregada adecuadamente a un jefe y de que la empresa cuente con el suficiente apoyo, capacitación y posibles herramientas de soporte.

1.5. Contexto del Trabajo de Titulación

El trabajo de titulación propuesto tiene el Apoyo académico de los docentes de la Facultad de Ingeniería: Ing. María Fernanda Granda Juca, PhD. como directora del trabajo de titulación y el Ing. Luis Otto Parra González, PhD. como codirector, miembros del Grupo de Investigación de Ingeniería del Software y además cuenta con el apoyo de la Fundación “Museo de las Conceptas” a través de un convenio específico (ver **Anexo A**).

1.6. Estructura del Documento

En seguida explicamos cada capítulo que contiene este proyecto.

Capítulo 2. Marco Conceptual y Tecnológico: Se presentan los conceptos principales para un mejor entendimiento del sistema de información, así como la explicación de todas las herramientas tecnológicas que se utilizan para el desarrollo del proyecto.

Capítulo 3. Arquitectura del Sistema: En este capítulo se presentan los requisitos que debe tener el sistema obtenidos desde el área administrativa del museo. Además, se presenta la estructura y diseño de la base de datos, diseño de sitio web, diseño de vista 360° y diseño del ChatBot y sistema de recomendaciones. Para poder cumplir con lo especificado se utilizará la metodología de desarrollo presentada por (Agudo et al., 2022)

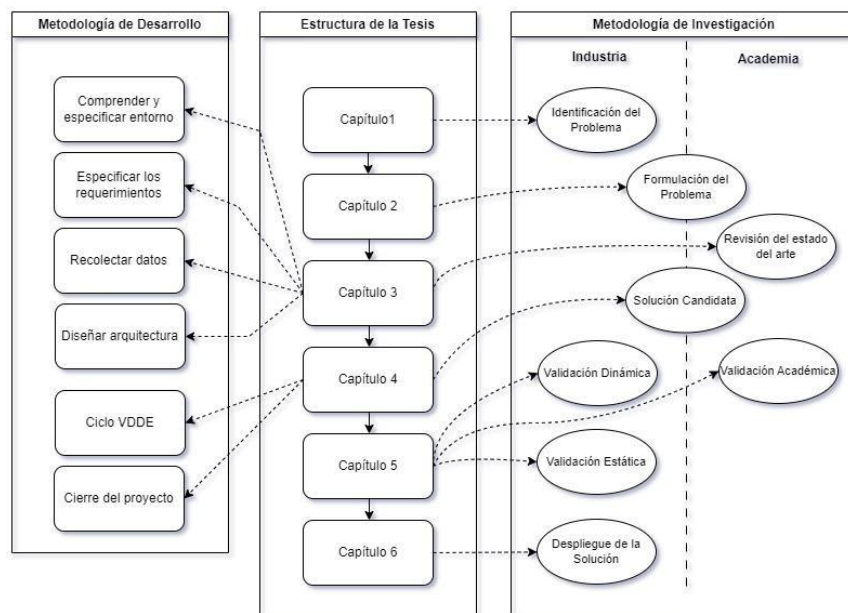
Capítulo 4. Implementación del Sistema: En este capítulo se demuestra el desarrollo e implementación paso a paso para cada uno de los componentes que conforman el proyecto, así mismo en esta parte se realiza el entrenamiento de los agentes conversacionales y del sistema de recomendaciones. Para poder cumplir con lo especificado se utilizará la metodología de desarrollo presentada por (Agudo et al., 2022).

Capítulo 5. Evaluación del Sistema: Para la evaluación de los resultados de los modelos de aprendizaje y recomendación se utilizan variables como tiempo, precisión en las respuestas, entre otras. Para la evaluación de la usabilidad del sistema se toma una muestra de usuarios; la misma se realiza mediante encuestas y en base a la realización de una serie de tareas empleando el sistema desarrollado para determinar la eficiencia, eficacia e intención de uso. Se utilizan los cuestionarios SUS para la usabilidad del sistema y cuestionarios CUQ para la evaluación de la usabilidad del ChatBot, mientras que para evaluar la experiencia del usuario se utilizan los cuestionarios UEQ.

Capítulo 6. Conclusiones y Trabajos Futuros: Se presentan las conclusiones obtenidas después de terminar el proyecto, además se ofrecen nuevas ideas para trabajos futuros, las mismas que permitirán mejorar el sistema realizado.

A continuación, presentamos la relación existente entre la estructura de la tesis y las metodologías de investigación y desarrollo.

Figura 2: Relaciones entre Tesis y Metodologías



Nota: Este gráfico muestra la relación entre la estructura de la tesis y las metodologías de desarrollo y de investigación.

Capítulo 2: Marco Conceptual y Tecnológico

2.1. Marco Conceptual

2.1.1. Realidad Virtual

Siempre se ha escrito sobre una definición formal de Realidad Virtual (Virtual Reality, RV) sin embargo no existe una como tal. Sin embargo, el término RV ha sido aplicado a cualquier desarrollo tecnológico que vaya desde juegos de computador, juegos de video, hasta películas tridimensionales. Una definición que nos permite entender el significado de este término la tiene (Roehl, 1996) citado en (Escartín, 2000): “La Realidad Virtual es una simulación de un ambiente tridimensional generada por computadores, en el que el usuario es capaz tanto de ver como de manipular los contenidos de ese ambiente. Los elementos clave de esta definición son los siguientes: la RV es una simulación generada en computadores; es tridimensional (3D) y finalmente es interactiva”.

En otras palabras, una realidad virtual, es una simulación tridimensional en computadores o medios tecnológicos que proporciona información sensorial (visión, sonido y/o otros), con el propósito de hacer que el participante sienta que está en un “cierto lugar. (Escartín, 2000)

2.1.2. Inteligencia Artificial (IA)

Una definición de IA podría ser como la habilidad de los computadores para hacer actividades que normalmente requieren inteligencia humana. Sin embargo, una definición más detallada, podría ser que la IA es la capacidad de las máquinas para usar algoritmos, aprender de los datos y utilizar lo aprendido en la toma de decisiones tal y como lo haría un ser humano. Ahora, a diferencia de las personas, los dispositivos basados en IA no necesitan descansar y pueden analizar grandes volúmenes de información a la vez y la proporción de errores es mucho menor en las máquinas que en sus contrapartes humanas. Las principales capacidades de la inteligencia artificial es que los computadores o los programas informáticos puedan tanto aprender como tomar decisiones. Esto es particularmente importante y algo sobre lo que deberíamos ser conscientes, ya que sus procesos están creciendo exponencialmente con el tiempo. Debido a estas dos capacidades, los sistemas de inteligencia artificial pueden realizar ahora muchas de las tareas que antes estaban reservadas sólo a los humanos. Las tecnologías basadas en la IA ya están siendo utilizadas para ayudar a los humanos a beneficiarse de mejoras significativas y disfrutar de una mayor eficiencia en casi todos los ámbitos de la vida. Pero el gran crecimiento de la IA también nos obliga a estar atentos para prevenir y analizar las posibles desventajas directas o indirectas que pueda generar la proliferación de la IA. (Rouhiainen, 2018)

2.1.3. ChatBot.

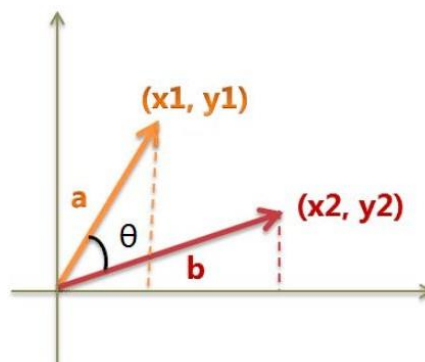
Un ChatBot es una aplicación de software que se anexa a una solución de mensajería o chat como un contacto o un usuario y que ofrece, a través de la interacción con un servicio web y algún origen de datos (relacional o base de conocimiento), una respuesta devuelta como un mensaje en un chat permitiendo crear un hilo conversacional con el usuario. (Augello, Pilato, & A. Machi, 2012) “Un ChatBot es un software que tiene la habilidad de mantener una conversación con un usuario a través del uso del lenguaje natural” (Abdul-Kader & Woods, 2015). La aplicación de un ChatBot dentro del ambiente educacional encuentra su sustento en las mejoras y en el desarrollo de frameworks que facilitan la implementación de las metodologías relacionadas con la inteligencia artificial, así tenemos ChatBots usados para la enseñanza de idiomas extranjeros cuya principal característica es el uso de la teoría constructivista-social al utilizar a los mismos usuarios como entrenadores de respuestas a las preguntas futuras. (Bii, 2013)

2.1.4. Embedding

Los embeddings son una técnica de procesamiento de lenguaje natural que convierte el lenguaje humano en vectores matemáticos. Estos vectores son una representación del significado subyacente de las palabras, lo que permite que las computadoras procesen el lenguaje de manera más efectiva. Estos vectores se almacenan en bases no relacionales en la mayoría de casos. Los embeddings permiten que las palabras sean tratadas como datos y manipuladas matemáticamente. Esta técnica se utiliza mucho en la inteligencia artificial para tareas como: análisis de sentimientos, clasificación de texto, sistemas de recomendaciones y la traducción automática. (Espíndola, 2023)

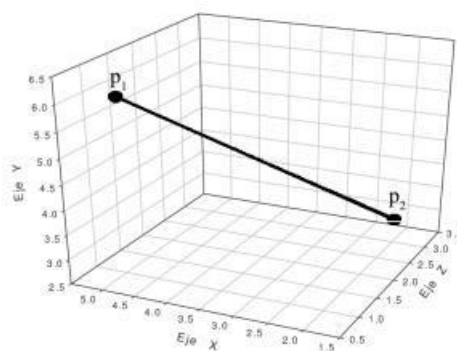
Para poder obtener los vectores con mayor similitud se puede utilizar algoritmos como: similitud del coseno (usa el coseno del ángulo entre dos vectores en el espacio vectorial como una medida de la diferencia) y distancia euclidiana (distancia entre dos o más puntos en el espacio vectorial), entre otros. (Tejerina, 2022)

Figura 3: Similitud del Coseno



Nota: Se muestra un ejemplo de la similitud del coseno. Tomada de (Tejerina, 2022)

Figura 4: Distancia Euclidiana



Nota: Se muestran un ejemplo de la distancia euclidiana. Tomada de (Tejerina, 2022)

2.1.5. Machine Learning

El Machine Learning o aprendizaje automático es un campo científico y una subcategoría de inteligencia artificial. Consiste en dejar que los algoritmos descubran «patterns», es decir, patrones recurrentes, sobre conjuntos de datos. Esos datos pueden ser imágenes, palabras, números, estadísticas, etc. Cualquier dato que se pueda almacenar digitalmente puede servir como dato para el Machine Learning. Al detectar patrones en esos datos, los algoritmos aprenden y mejoran su rendimiento en la ejecución de una tarea específica. (Scientest, 2023)

2.1.6. Modelo de Lenguaje a Gran Escala (LLM)

Un LLM (Large Language Model) es un tipo avanzado de modelo de lenguaje natural que ha sido entrenado con grandes volúmenes de datos textuales y cuenta con millones o incluso miles de millones de parámetros. y son capaces de comprender y generar texto en lenguaje humano de manera coherente y relevante para el contexto, lo que les permite realizar una amplia variedad de tareas de procesamiento del lenguaje natural (NLP) como traducción automática, resumen de textos, respuesta a preguntas y generación de contenido. Aprovechan el conocimiento adquirido de diferentes dominios para mejorar su rendimiento en tareas diversas (Jurafsky & Martin, 2024).

2.1.7. Generación Aumentada de Recuperación (RAG)

RAG (Retrieval Augmented Generation) es una técnica avanzada en el campo del procesamiento de lenguaje natural que combina la generación de texto con la recuperación de información. Esta técnica es especialmente útil cuando se trabaja con modelos de lenguaje grande (LLM) como GPT-3, Gemini, Llama y bibliotecas como LangChain, ya que permite mejorar la precisión y relevancia del texto generado utilizando información recuperada de una

base de datos o un conjunto de documentos. Todo este proceso se basa en la generación de embeddings y búsqueda semántica. (Lewis, y otros, 2020).

2.1.8. Sistemas de Recomendación (RS)

Una definición fácil y rápida para este término puede ser según (García Peñalvo, Gil, Moreno García, & Curto, 2022): “Los RS son técnicas de filtrado de información que nacen con el objetivo de facilitar o asistir al usuario en la toma de una decisión”.

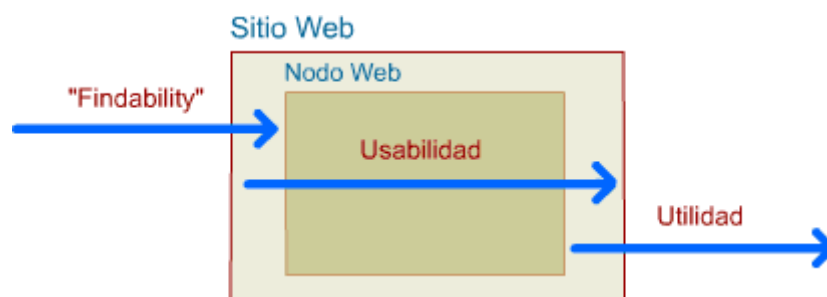
Los sistemas de recomendación establecen un conjunto de criterios y valoraciones sobre los datos de los usuarios para realizar predicciones sobre recomendaciones de elementos que pueden ser de utilidad o valor para el usuario utilizando un sistema computacional. En el contexto educacional un RS es un sistema diseñado para dar recomendaciones inteligentes a los estudiantes, recomendaciones como: pasos o procesos a seguir, programas de estudio, materiales de lectura, fuentes de información basadas en las elecciones previamente hechas por los participantes. (Zaiane, 2002)

2.1.9. Usabilidad

Para definir usabilidad (dentro del campo del desarrollo web) tenemos según (Hassan Montero, 2022): “Es la disciplina que estudia la forma de diseñar sitios web para que los usuarios puedan interactuar con ellos de la forma más fácil, cómoda e intuitiva posible”.

Existen una gran cantidad de conceptos que a veces son confundidos entre sí, estos son recuperabilidad y utilidad.

Figura 5: Usabilidad



Nota: Se muestran los principales términos. Tomada de (Hassan Montero, 2022)

Findability ("recuperabilidad") es la posibilidad de que determinada información sea encontrada, localizada, o recuperada. O lo que es lo mismo, la "accesibilidad" de un sitio o de un nodo web (no confundir con la Accesibilidad de los contenidos). La Usabilidad de un sitio web está estrechamente relacionada con la "findability", ya que cuanto más sencillo resulte

para el usuario navegar por un sitio web, mayores posibilidades tendrá de encontrar lo que busca.

Otro concepto íntimamente relacionado con la Usabilidad es el de la Accesibilidad, cuyo objetivo es conseguir que el diseño del sitio permita que personas discapacitadas también puedan acceder a sus contenidos. Finalmente, la Utilidad que permite descubrir si se han satisfecho las necesidades del usuario. (Hassan Montero, 2022)

2.1.10. Cuestionarios CUQ

“CUQ es un cuestionario de usabilidad específico que evalúa la personalidad, la inteligencia, el entendimiento, la navegación y el manejo de errores de un ChatBot” (Holmes, 2019). CUQ está diseñado para ser comparable al SUS (utiliza la misma escala de valoración) pero utilizando 16 afirmaciones específicas para ChatBots.

2.1.11. Cuestionarios SUS

“SUS es un cuestionario genérico diseñado para obtener una evaluación general y rápida sobre la usabilidad de una determinada aplicación” (Brooke, 1996). Se compone de 10 afirmaciones sobre las cuales los usuarios deben valorar en una escala del 1 al 5 su total disconformidad (1) o total conformidad (5) con la aplicación.

2.1.12. Cuestionarios UEQ

Es una herramienta de evaluación de la experiencia del usuario que mide tanto los aspectos clásicos de usabilidad como los aspectos de experiencia de usuario, consta de 26 ítems que se califican en una escala de siete puntos (Laugwitz, Held, & Schrepp, 2018). A partir de los resultados de la evaluación, se obtienen seis escalas que representan los aspectos más importantes de la experiencia de usuario, estas escalas según (Kushendriawan, Santoso, Hadi Putra, & Schrepp, 2021) son:

- i) **Atractivo:** impresión general sobre el producto, le guste o no.
- ii) **Eficiencia:** impresión de que alcanzar los objetivos con el producto es rápido y eficiente, la organización de la interfaz es clara.
- iii) **Perspiciudad:** impresión sobre la facilidad de comprensión de cómo usar el producto.
- iv) **Confiabilidad:** sentimientos acerca de la seguridad y el control de la interacción con el producto.
- v) **Estimulación:** impresión de que es interesante y divertido usar el producto.
- vi) **Novedad:** impresión de que el diseño del producto es innovador y creativo.

2.2. Marco Tecnológico

2.2.1. ReactJs

Para realizar el desarrollo del Frontend de este proyecto se ha escogido esta tecnología que es utilizada por grandes empresas como Facebook, Instagram, Discord entre otras. (Saavedra, 2023)

ReactJs es una biblioteca de JavaScript para renderizar interfaces de usuario (UI por sus siglas en inglés). La UI se construye a partir de pequeñas unidades como botones, texto e imágenes. ReactJs permite combinarlas en componentes reutilizables y anidables. Desde sitios web hasta aplicaciones de teléfonos, todo en la pantalla se puede descomponer en componentes. (React, 2023)

2.2.2. NodeJs

Para el desarrollo de Backend de este proyecto se ha escogido esta tecnología que es utilizada por grandes empresas como NetFlix, PayPal entre otras. (Kvartalnyi, 2023)

Node.js es un entorno de ejecución de JavaScript multiplataforma y de código abierto que ejecuta el motor JavaScript V8, el núcleo de Google Chrome, fuera del navegador. Además, una aplicación Node.js se ejecuta en un único proceso, sin crear un nuevo hilo para cada solicitud. Node.js proporciona un conjunto de primitivas de E/S asíncronas en su biblioteca estándar que evitan que el código JavaScript se bloquee, lo que hace que el comportamiento de bloqueo sea la excepción y no la norma. (Nodejs, 2023)

2.2.3. Phyton

Python es un lenguaje de programación ampliamente utilizado en las aplicaciones web, el desarrollo de software, la ciencia de datos y el machine learning (ML). Python es eficiente y fácil de aprender, además de que se puede ejecutar en muchas plataformas diferentes. Python se puede descargar gratis, se integra bien a todos los tipos de sistemas y aumenta la velocidad del desarrollo. (Aws, 2023)

Este lenguaje tiene las siguientes ventajas:

- Es fácil de leer y comprender debido a su sintaxis básica similar a la del inglés.
- Se puede escribir un programa con menos líneas de código en comparación con muchos otros lenguajes lo que permite aumentar la productividad de los desarrolladores.
- Existen bibliotecas estándar y reutilizables realizados por la comunidad y de código abierto, lo que permite no tener que comenzar un proyecto desde cero.
- Es compatible con otros lenguajes de programación como Java, C y C++.

- Existe mucha información como tutoriales, videos, documentación, etc.

2.2.4. Docker

Un contenedor es una unidad estándar de software que empaqueta código y todas sus dependencias para que la aplicación se ejecute de manera rápida y confiable de un entorno informático a otro. Un contenedor Docker es un paquete de software ejecutable, liviano e independiente que incluye todo lo necesario para ejecutar una aplicación: código, tiempo de ejecución, herramientas del sistema, bibliotecas del sistema y configuraciones. La tecnología de Docker es única porque se centra en los requisitos de los desarrolladores y operadores de sistemas para separar las dependencias de las aplicaciones de la infraestructura. (Docker, 2023)

Los componentes Frontend y Backend utilizarán Docker para que sean transportables, escalables y de fácil actualización.

2.2.5. React-Simple-ChatBot

React Simple ChatBot es una biblioteca liviana que simplifica el desarrollo de un ChatBot en ReactJs. Ofrece una sintaxis declarativa para definir flujos de conversación y proporciona componentes integrados para representar mensajes, campos de entrada y botones. React Simple ChatBot admite estilos personalizables y brinda opciones para manejar la entrada del usuario y capturar datos durante las conversaciones. (Mall, 2023)

Para realizar el ChatBot se utiliza esta biblioteca ya que es de código abierto y se puede adaptar a nuestras necesidades.

2.2.6. Whisper

Whisper es un sistema de reconocimiento automático de voz (Automatic Speech Recognition, ASR) entrenado en 680.000 horas de datos supervisados multilingües y multitarea recopilados de la web. Además, permite la transcripción en varios idiomas y la traducción de esos idiomas al inglés. Los modelos que usa Whisper son de código abierto y código de inferencia. La arquitectura Whisper está implementada como un transformador codificador-decodificador. El audio de entrada se divide en fragmentos de 30 segundos, se convierte en un espectrograma log-Mel y luego se pasa a un codificador. Se entrena un decodificador para predecir el título de texto correspondiente, entremezclado con tokens especiales. Este modelo único permite realizar tareas como identificación de idioma, marcas de tiempo a nivel de frase, transcripción de voz multilingüe y traducción de voz al inglés. (OpenAI, openai.com, 2022)

2.2.7. OpenAI

La API de OpenAI proporciona una interfaz sencilla para que los desarrolladores creen una capa de inteligencia en sus aplicaciones, impulsada por los modelos de última generación de OpenAI. Proporciona una forma sencilla de tomar texto como entrada y utilizar un modelo como GPT-4 para generar una salida. La API OpenAI funciona con un conjunto diverso de modelos con diferentes capacidades. También puede realizar personalizaciones de nuestros modelos para su caso de uso específico mediante Fine-tuning (técnica de entrenamiento que consiste en la reutilización de modelos predefinidos y preentrenados). (OpenAI, openai.com, 2022)

2.2.8. LangChain

LangChain es una biblioteca de Python diseñada para ayudar en la construcción de aplicaciones utilizando modelos de lenguaje grande (LLM). Facilita la integración de LLMs en una amplia gama de aplicaciones, permitiendo a los desarrolladores construir aplicaciones complejas de procesamiento de lenguaje natural (NLP) de manera eficiente y eficaz. LangChain proporciona herramientas y componentes para gestionar el flujo de datos, la interacción con modelos, y la creación de pipelines de procesamiento de lenguaje natural (LangChain, 2024).

2.2.9. Postgres

PostgreSQL es un sistema de base de datos relacional muy potente de código abierto que utiliza y amplía el lenguaje SQL en combinación con muchas funciones que almacenan y escalan de forma segura las cargas de trabajo de datos más complicadas. La historia de PostgreSQL comienza en el año 1986 como parte del proyecto POSTGRES de la Universidad de California en Berkeley y cuenta con más de 35 años de desarrollo activo en la plataforma central. Esta base de datos cumple con al menos 170 de las 179 características obligatorias para la conformidad con SQL:2023 Core. (PostgreSQL, 2023)

PostgreSQL cuenta con una comunidad de código abierto que continuamente desarrolla mejoras y soluciones innovadoras de alto rendimiento. Por esta razón, se ha seleccionado esta base de datos para la realización del proyecto.

Capítulo 3: Arquitectura del Sistema

3.1. Descripción General de la Metodología de Desarrollo

La metodología para la etapa de desarrollo se basa en la propuesta por (Agudo et al., 2022) para la creación de aplicaciones de realidad extendida aplicada a espacios expositivos, con un enfoque ágil.

Esta metodología ha sido adaptada para incluir los procesos necesarios para la construcción de un ChatBot y Sistema de Recomendaciones. Además, se agregan como stakeholders (personas o grupos que están involucrados en el proyecto y participan en sus distintas etapas) a los directivos del museo desde el inicio del proyecto en la mayoría de etapas de desarrollo, lo que permite comprender mejor sus necesidades y expectativas.

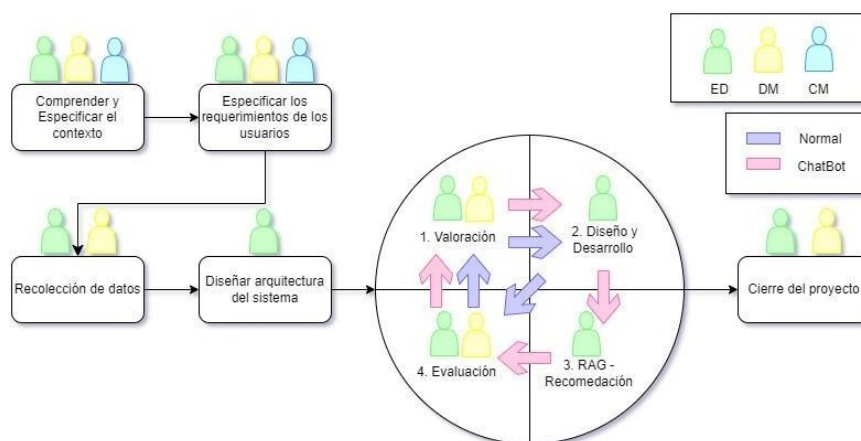
Se unifican las etapas de diseño y desarrollo, ya que la tecnología utilizada es React, lo que facilita el diseño de interfaces gráficas y la implementación de funcionalidades de forma simultánea, logrando así agilizar la implementación del sistema.

En la etapa de Ciclo VDDE, se agrega una subetapa en la que se realiza el proceso RAG para el entrenamiento del ChatBot y/o del Sistema de Recomendación, siempre y cuando se trate específicamente del ChatBot o del Sistema de Recomendaciones, caso contrario seguirá el ciclo normal.

Los son stakeholders que forman parte del proyecto son:

- Directora del Museo (DM)
- Curadora del Museo (CM)
- Equipo de Desarrollo (ED)

Figura 6: Etapas de la metodología de desarrollo



Nota: Metodología de desarrollo adaptada para agregar el ChatBot y Sistema de Recomendaciones. Adapta de (Agudo et al., 2022)

3.2. Contexto de uso

Con el objetivo de conocer más acerca del museo, sus exposiciones y todos los servicios que brinda dicha institución se realizan las siguientes actividades:

- i) Reunión con la directora del museo quien brinda una visión general del museo y sus principales servicios.
- ii) Se realiza un recorrido por todas las salas y diferentes piezas de arte de las que dispone el museo.

Como resultado de las actividades se obtiene el siguiente producto:

- **Funcionalidades generales del sistema**
 - Realizar una navegación 360°.
 - Gestionar el mantenimiento de usuarios, comentarios y piezas de arte del museo.
 - Revisar reportes de piezas de arte, usuarios y comentarios
 - Crear un agente conversacional (ChatBot) que responda preguntas del museo durante la visita.
 - Presentar recomendaciones personalizadas de acuerdo a las piezas de arte visitadas y consultadas mediante el ChatBot.

3.3. Especificación de Requisitos

Con el objetivo de establecer los requerimientos de usuario se realizan las siguientes actividades:

- i) Crear un demo del sistema con las características básicas.
- ii) Reunión con la directora del museo en donde se presenta el demo, además se realiza una entrevista a dicha autoridad (revisar **Anexo B**) donde se obtienen las principales funcionalidades del sistema.

Como resultado de las actividades realizadas se obtienen los requisitos funcionales y no funcionales.

3.3.1. Requisitos funcionales

En esta sección se presentan los requisitos funcionales necesarios para el sistema.

- El sistema permite el ingreso a sus opciones si y solo si se tiene un usuario y contraseña.
- El sistema permite registrarse al sistema y crear sus credenciales de inicio de sesión.
- El sistema permite el registro mediante una cuenta de Google.
- El sistema permite que cada usuario tenga roles diferentes y acceda a distintos menús según su rol.
- El primer ítem del menú contiene la página de inicio, donde el usuario conectado puede dejar sus comentarios, elegir una puntuación y leer información del museo.
- El segundo ítem del menú contiene la página con la visita 360° de las salas del museo (para este proyecto, se incluyen 3).

- Dentro de la pantalla de visita 360°, se puede hacer clic en las piezas de arte para ver la información y la imagen maximizada.
- La pantalla del segundo ítem del menú contiene el ChatBot, que permite realizar preguntas mediante texto o audio y proporciona recomendaciones basadas en las visitas o preguntas realizadas.
- El tercer ítem del menú contiene la página del perfil del usuario, donde se modifican los datos principales como nombre, contraseña, año de nacimiento y nacionalidad.
- El cuarto ítem del menú contiene la página de administración, donde se gestionan las listas de usuarios, piezas de arte y comentarios.
- En la pantalla de cuarto ítem del menú se crean, modifican y eliminan usuarios, piezas de arte del museo y comentarios.
- En la pantalla del cuarto ítem del menú, se elige qué comentarios se muestran en la pantalla principal.
- El quinto ítem del menú contiene la página de reportes, en donde se muestra el historial de visitas, piezas más visitadas, etc.
- El sexto ítem del menú permite salir del sistema y terminar la sesión.

3.3.2. Requisitos no funcionales

En esta sección, se presentan los requisitos no funcionales necesarios para el sistema.

- **Portabilidad:** Las diferentes capas del sistema se instalan sobre un contenedor Docker lo que permite transportar el sistema de una manera más fácil y sencilla. El sistema funciona en navegadores web como Google Chrome, Mozilla Firefox y Safari. Además, es compatible con múltiples dispositivos, por lo que es de tipo responsive.
- **Modularidad:** El sistema es capaz de ampliarse mediante la adición de nuevos módulos sin afectar el rendimiento del sistema existente; es decir, es escalable.
- **Disponibilidad:** El sistema está disponible las 24 horas del día, con un tiempo de inactividad mínimo. El sistema es capaz de recuperarse automáticamente en caso de fallos o errores en el servidor.
- **Seguridad:** El sistema permite la autenticación y autorización por roles para controlar el acceso a las diferentes opciones e información de la aplicación. La información del usuario y los datos del sistema están protegidos mediante cifrado.
- **Facilidad:** El sistema presenta interfaces gráficas fáciles e intuitivas, lo que permite una interacción amigable con el usuario.

3.4. Análisis y Diseño de la Base de Datos

3.4.1. Recolectar datos

En esta etapa, se recopilan diversos datos necesarios para el desarrollo del sistema. Se obtienen plantillas de documentos de Excel, libros y manuales en PDF utilizados por el personal para realizar los inventarios y mantener la información del museo y sus piezas de arte.

Los siguientes productos se obtienen al final de esta etapa:

Tabla 1: Datos necesarios para la creación de un usuario.

Datos de los usuarios
• Usuario • Nombre • Email • Password • Año Nacimiento • País Nacionalidad

Tabla 2: Roles para diferentes tipos de usuarios.

Roles de Usuarios
• Id • Nombre

Tabla 3: Datos necesarios para la creación de las piezas de arte.

Datos de las Piezas
• Número Ordinal • Número Histórico • Código INPC • Tipo Bien • Nombre • Otro Nombre • Material • Técnica • Autor • Siglo • Año • Dimensiones • Inscripción • Descripción • Ubicación • Régimen • Estado • Deterioro • Estado Integridad • Conservación • Observación • Publicidad

- Imagen
- Entidad Investigadora
- Registrado por
- Fecha Registro

Tabla 4: Datos necesarios para registrar una visita.

Datos de la Visita
• Id • Usuario • Fecha Visita • Pregunta • Id Pieza Consultada

Tabla 5: Datos necesarios para registrar un comentario.

Datos de los Comentarios
• Id • Usuario • Puntuación • Destacado • Comentario • Fecha Registro

Tabla 6: Salas que se pueden observar dentro del recorrido 360°.

Salas de arte expuestas en visita 360°
• Sala del Risco • Sala de bordado • Sala de bordado 2

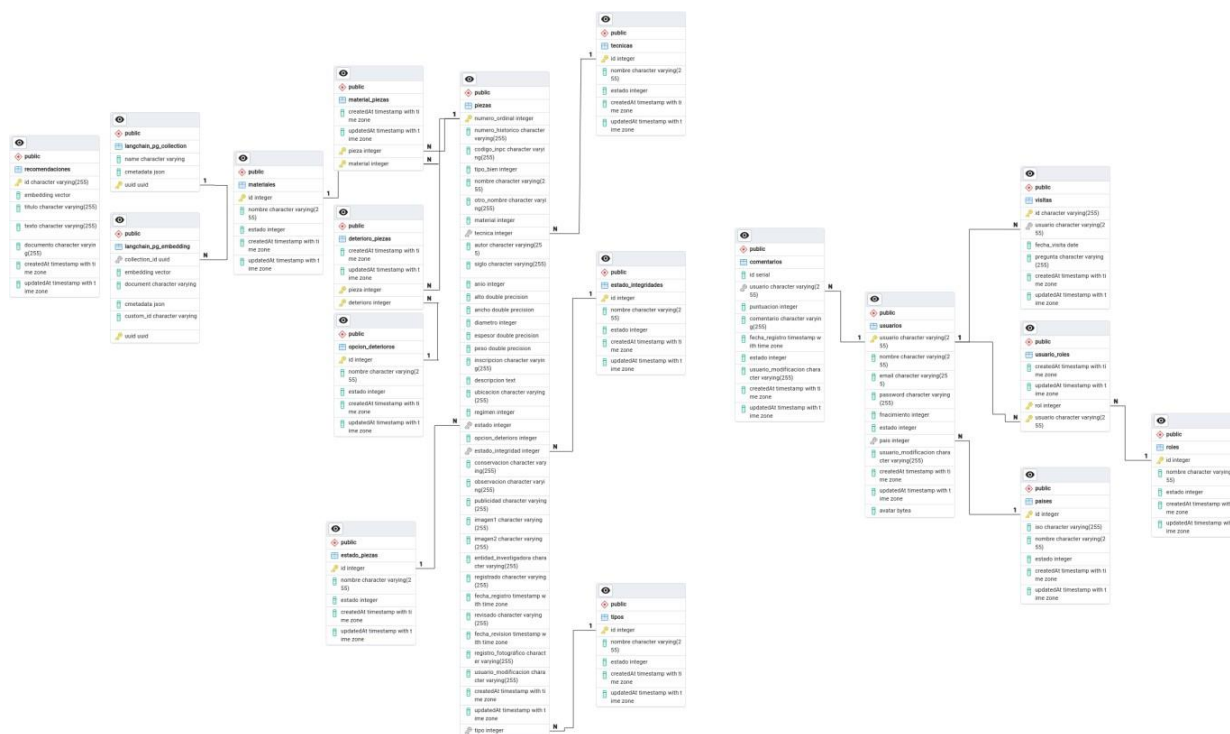
3.4.2. Diseño de la Base de Datos

En esta etapa se realiza el diseño de la base de datos tomando en consideración lo siguiente:

Se tienen dos partes fundamentales no relacionadas entre sí.

- La parte principal es el aquella que contiene usuarios, piezas, comentarios, etc. Es decir, el esquema de la aplicación web como tal.
- La segunda parte contiene tablas directamente creadas para Machine Learning en donde se almacenan los datos vectoriales de la información del museo que se usa como contexto

Figura 7: Diagrama Entidad-Relación de la Base de Datos



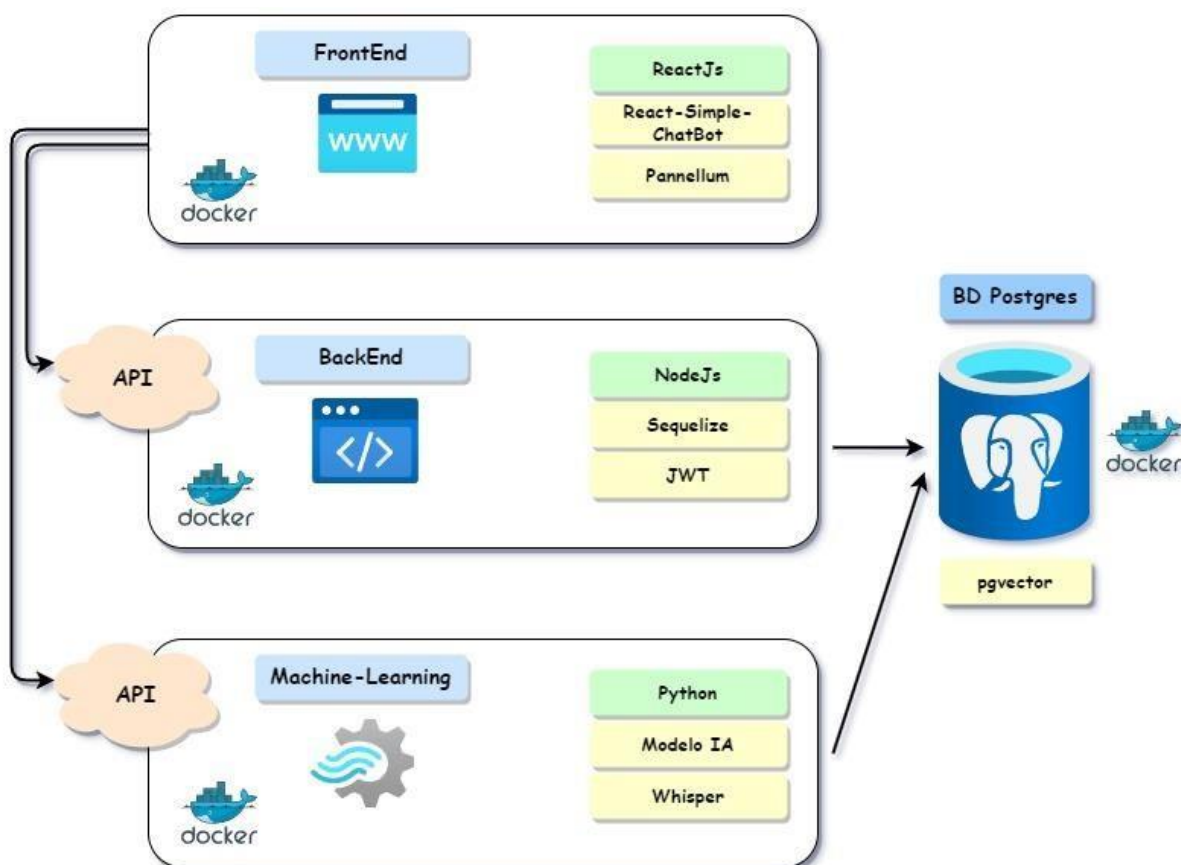
En esta etapa se crea la arquitectura general del sistema que está conformada por 3 capas:

- Rommel Javier Chocho Rivas

- iii. La tercera capa contiene toda la información, la cual se almacena en una base de datos PostgreSQL. Esta base de datos contiene dos partes importantes:
- La primera parte contiene toda la información de usuario y piezas de arte del museo.
 - La segunda parte contiene todos los datos procesados mediante Machine Learning, datos de tipo vectorial en donde se almacenan los embeddings. Para este propósito, se instala un plugin llamado Pgvector que permite el manejo de datos vectoriales, evitando así el uso de otro tipo de base de datos.

Cada una de estas capas se implementa sobre un contenedor de la tecnología Docker, lo que permite facilidad en el transporte, instalación y actualización de las diferentes tecnologías utilizadas en cada capa. Toda la arquitectura se puede revisar en la Figura 8.

Figura 8: Arquitectura General del Sistema



Nota: Se muestran las principales tecnologías usadas en cada capa.

3.6. Análisis y Diseño del ChatBot y Entrenamiento

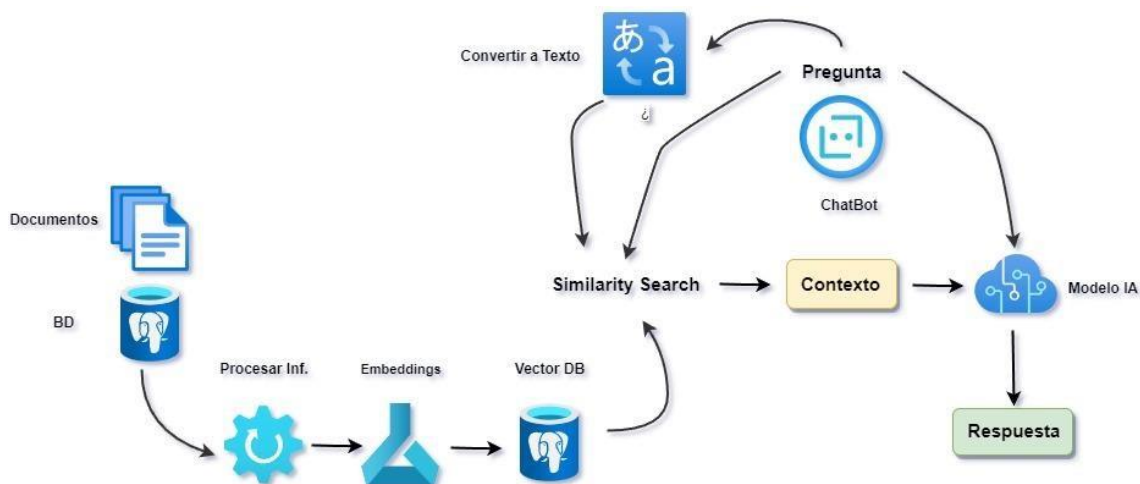
En esta etapa se presenta la arquitectura para el ChatBot, se escoge RAG como técnica principal, la cual tiene los siguientes componentes:

- Se realiza la carga de archivos de texto, PDF y bases de datos que contienen información sobre el museo. Estos archivos se procesan para luego convertir toda la información obtenida en embeddings. Todos los embeddings creados se deben almacenar en la base de datos vectorial.

- ii) Se realiza la pregunta al ChatBot, ya sea en forma de texto o nota de voz (en este caso, primero se realiza la transcripción del audio), luego mediante Similarity Search se convierte la pregunta en embeddings y se realiza una búsqueda sobre los embeddings creados anteriormente y que están almacenados en la base de datos.
- iii) Se obtienen los k resultados ($k=3$ para este caso), los cuales se convierten en el contexto con el cual el LLM debe basarse para armar la respuesta. Para esto se crea un prompt template (plantilla de mensaje) que indica al modelo cómo responder a la pregunta y qué hacer si no se encuentra una respuesta adecuada según el contexto presentado.
- iv) Luego de esto, el ChatBot muestra la respuesta, que sería el paso final.

Esta arquitectura se presenta en la Figura 9.

Figura 9: Arquitectura del ChatBot (RAG)

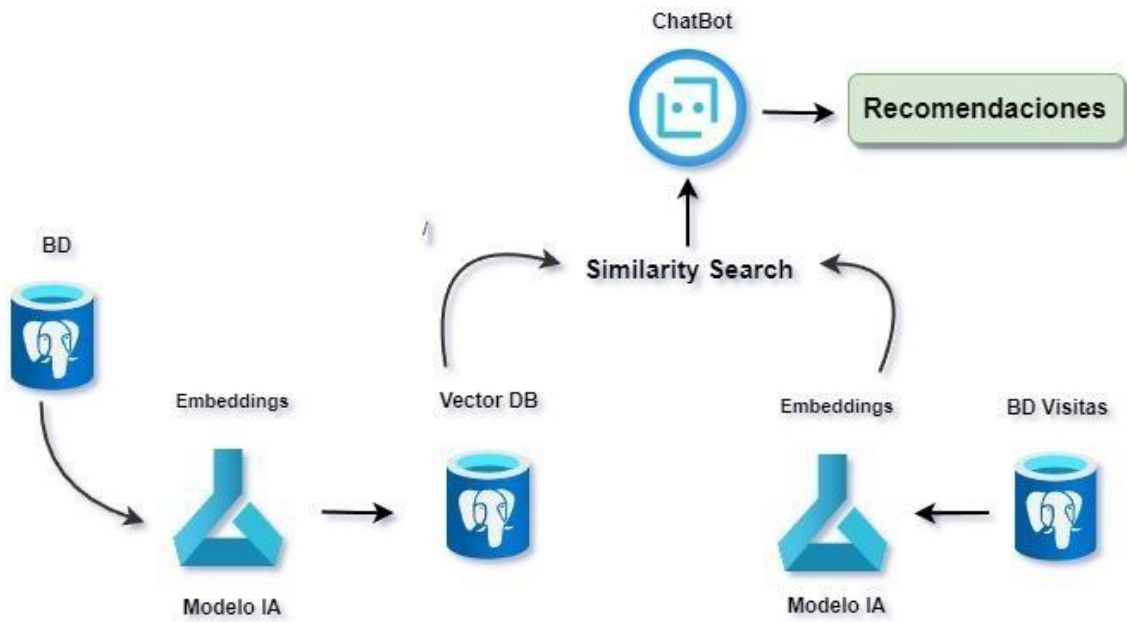


3.7. Análisis y Diseño del Sistema de Recomendaciones

En esta etapa se presenta la arquitectura del sistema de recomendaciones que ofrece el ChatBot. Los diferentes componentes son los siguientes:

- i) Los datos de las piezas de arte se encuentran en una base de datos relacional. Estos datos se procesan para convertirlos en embeddings y almacenarlos en una base de datos vectorial.
- ii) Por otro lado, la información de las visitas, las preguntas consultadas y sobre qué piezas se consultó, se encuentran almacenadas en la base de datos. Toda esta información se procesa y se convierte en embeddings.
- iii) Estos embeddings se utilizan para realizar una búsqueda de similitud (Similarity Search) sobre la base de datos vectorial que contiene los datos de las piezas de arte. Se utiliza el algoritmo de similitud del coseno para realizar la búsqueda vectorial ya que es el mejor método para un sistema de recomendaciones según (Jurafsky & Martin, 2024).
- iv) Se obtienen k resultados (para este caso $k=3$) y los mismos se presentan en el ChatBot en forma de recomendaciones.
- v) Cada uno de estos componentes se puede apreciar en la Figura 10.

Figura 10: Arquitectura del Sistema de Recomendaciones



Capítulo 4: Implementación del Sistema

4.1. Visita 360°

A continuación, se desarrolla el primer ciclo VDDE para este caso de estudio.

4.1.1. Valoración

- Los requerimientos se ordenan por prioridad (alta, media, baja) establecida por los stakeholders.
- Se seleccionan los requerimientos que serán implementados durante este ciclo, comenzando por los de mayor prioridad y estableciendo su funcionalidad.

Tabla 7: Requerimientos funcionales ordenados para el Primer ciclo VDDE.

Funcionalidad	Requerimientos	Prioridad
Pantalla Visita 360°	Esta pantalla contiene las imágenes 360° de la exposición.	Alta
Navegación entre salas	Se debe crear un panel para elegir la sala a visitar.	Alta
Navegación entre salas	Debe existir un botón para dirigirse a la sala siguiente.	Alta
Visualización de contenido multimedia	Cada pieza de arte debe contener un botón que permite ver la información y las fotografías.	Alta
Visualización de contenido multimedia	Debe existir un botón para ver la exposición en pantalla completa.	Alta
Visualización de contenido multimedia	Cuando se haya seleccionado una pieza de arte se debe mostrar un panel para visualizar las imágenes y videos, con íconos para cambiar de imagen o video.	Media
Visualización de contenido multimedia	Al mostrar las imágenes de una pieza de arte debe existir un botón para hacer zoom sobre la fotografía y poder visualizarla de mejor manera y poder apreciar sus detalles.	Media
Visualización de contenido multimedia	Al mostrar las imágenes de una pieza de arte debe existir un botón para mostrar la información e historia en un panel lateral derecho.	Media
Tecnología usada	Se utiliza ReactJs para el Frontend	Baja

Tecnología usada	Se utiliza la librería Pannellum para realizar la visita 360°.	Baja
Carga dinámica del contenido	El contenido debe cargarse a la aplicación de forma dinámica.	Baja

4.1.2. Diseño y Desarrollo

- Se diseñan las interfaces y se implementan las funcionalidades seleccionadas para este ciclo.
- Al finalizar esta subetapa, se obtiene como resultado la pantalla de la aplicación para la visita 360°.

Figura 11: Pantalla principal de la visita 360°.

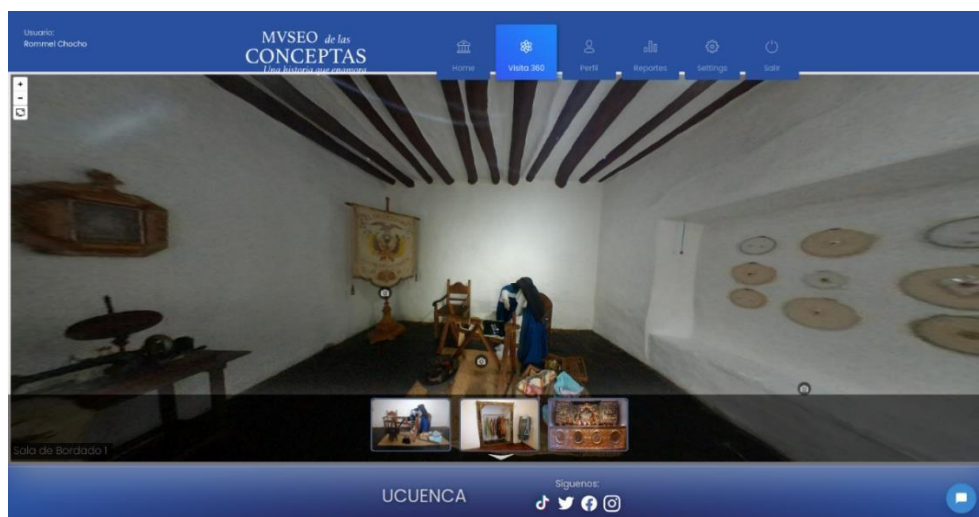


Figura 12: Pantalla principal de la visita 360° (móvil)

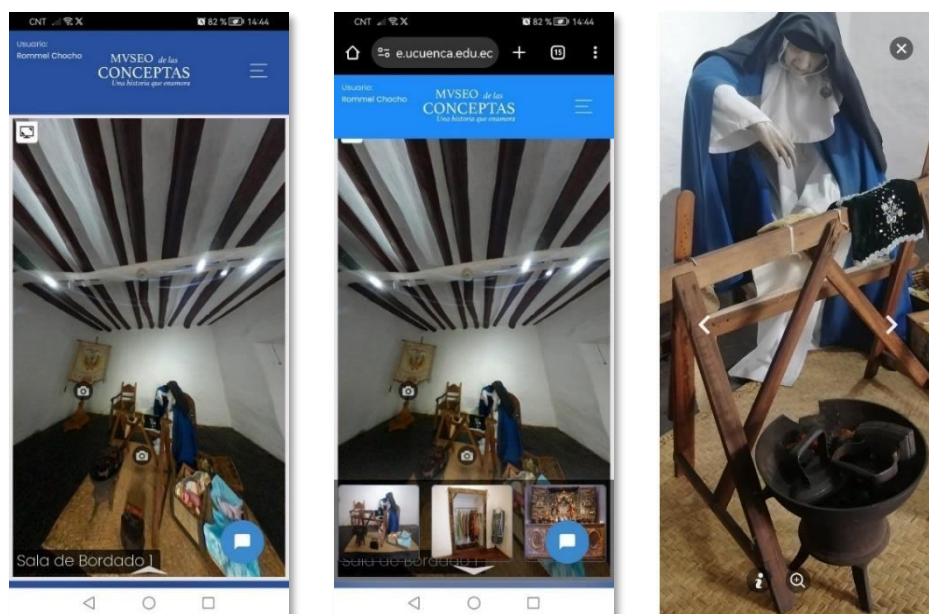


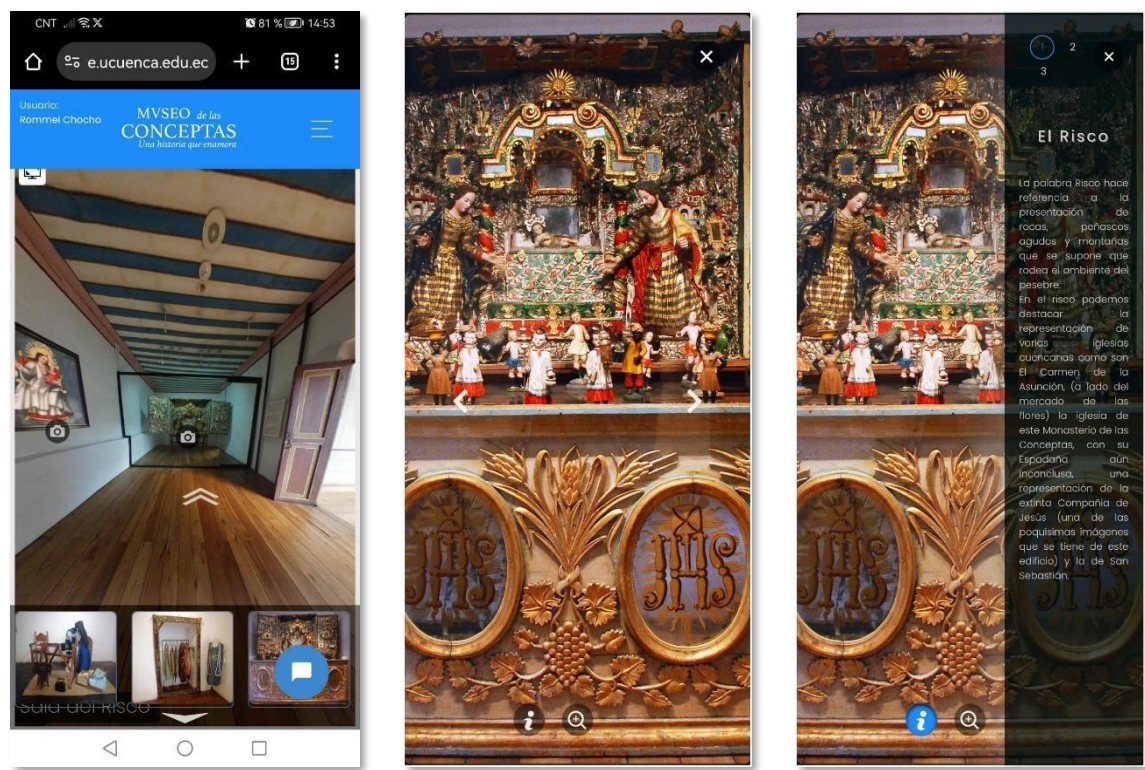
Figura 13: Panel en pantalla completa de la pieza de arte seleccionada.



Figura 14: Sala de Bordado con navegación 360°.



Figura 15: Sala “El Risco” e información de piezas (móvil)



4.1.3. Evaluación

- Los stakeholders llevan a cabo pruebas de la aplicación para verificar y validar los requerimientos de usuario.
- Se recibe retroalimentación de los stakeholders mediante el análisis de los resultados obtenidos en las pruebas.

Tabla 8: Requerimientos funcionales evaluados del Primer ciclo VDDE.

Requerimientos	Aprobación	Observación
Esta pantalla contiene las imágenes 360° de la exposición.	No	Mejorar la calidad de las imágenes.
Se debe crear un panel para elegir la sala a visitar.	Si	
Debe existir un botón para dirigirse a la sala siguiente.	Si	
Cada pieza de arte debe contener un botón que permite ver la información y las fotografías	Si	
Debe existir un botón para ver la exposición en pantalla completa.	Si	

Cuando se haya seleccionado una pieza de arte se debe mostrar un panel para visualizar las imágenes y videos, con íconos para cambiar de imagen o video.	No	Eliminar piezas de arte de la sala del Risco.
Al mostrar las imágenes de una pieza de arte debe existir un botón para hacer zoom sobre la fotografía y poder visualizarla de mejor manera.	Si	
Al mostrar las imágenes de una pieza de arte debe existir un botón para mostrar la información e historia en un panel lateral derecho.	Si	
Se utiliza ReactJs para el Frontend	Si	
Se utiliza la librería Pannellum para realizar la visita 360°.	Si	
El contenido debe cargarse a la aplicación de forma dinámica.	Si	

4.2. Sistema de Administración de usuarios y Reportes

A continuación, se desarrolla el segundo ciclo VDDE para este caso de estudio.

4.2.1. Valoración

- Los requerimientos se ordenan por prioridad (alta, media, baja) establecida por los stakeholders.
- Se agregan las observaciones y requerimientos del ciclo anterior.
- Se seleccionan los requerimientos que serán implementados durante este ciclo, comenzando por los de mayor prioridad y estableciendo su funcionalidad.

Tabla 9: Requerimientos funcionales ordenados para el Segundo ciclo VDDE.

Funcionalidad	Requerimientos	Prioridad
Navegación entre salas	Eliminar piezas de la sala del Risco y mejora calidad de imágenes	Alta
Pantalla de Ingreso	Debe contener una pantalla para Ingreso	Alta
Pantalla de Ingreso	La pantalla de Ingreso debe contener dos cuadros de texto para ingresar el usuario y clave y un botón para ingresar al sistema.	Alta
Pantalla de Ingreso	La pantalla de Ingreso debe contener un botón para ingresar a la aplicación mediante una cuenta de Google.	Alta

Pantalla de Registro	Debe contener una pantalla para el Registro y creación de una nueva cuenta de usuario.	Alta
Pantalla de Registro	La pantalla de Registro debe permitir ingresar los siguientes datos: usuario, correo, nombre completo, password, año de nacimiento, país de origen.	Alta
Pantalla de Registro	Cuando se haya ingresado toda la información se debe enviar un correo de confirmación para que el usuario quede activo.	Alta
Pantalla Principal	Debe contener una pantalla principal que contenga los comentarios realizados por los usuarios.	Alta
Pantalla Principal	En la pantalla principal debe existir un resumen con los siguientes datos: Número de Usuarios Registrados, Número de visitas, Calificación de comentarios.	Alta
Pantalla Principal	En la pantalla principal debe existir un carrusel de imágenes y un texto descriptivo del museo.	Alta
Pantalla Home	Debe contener una pantalla Home para el usuario logueado.	Alta
Pantalla Home	En la pantalla Home debe contener los comentarios ingresados por el usuario y debe permitir ingresar un comentario al usuario logueado.	Alta
Pantalla Home	En la pantalla Home para guardar un comentario se debe elegir una puntuación en un nivel del 1 al 5.	Alta
Pantalla Home	La pantalla Home debe contener un resumen de datos con la siguiente información. Número de Búsquedas, Número de Comentarios, Número de Recomendaciones, Número de visitas realizadas por el usuario.	Alta
Pantalla de Perfil	Debe contener una pantalla de Perfil en donde los usuarios pueda actualizar sus datos.	Alta

Pantalla de Perfil	La pantalla de perfil debe tener un botón para subir una foto y que esta se muestre como un avatar.	Alta
Pantalla de Perfil	La pantalla de perfil debe permitir cambiar los datos del usuario como: año nacimiento, país de origen, nombre completo, password.	Alta
Pantalla de Administración	Debe contener una pantalla para realizar mantenimientos	Alta
Pantalla de Administración	La pantalla mantenimientos debe contener un submenú con las siguientes opciones: Usuarios, Piezas, Comentarios, General	Alta
Opción Usuarios	La opción Usuarios debe tener una lista de todos los usuarios creados ya sea en estado activo, inactivo o por confirmar	Alta
Opción Usuarios	La opción Usuarios debe tener los siguientes botones: editar, eliminar, agregar. Estos botones nos permitirán dar el mantenimiento respectivo a cada usuario.	Alta
Opción Usuarios	La opción Usuarios no debe permitir modificar el usuario y contraseña cuando ya se tiene creado un usuario.	Alta
Opción Piezas de Arte	La opción Piezas debe tener una lista de todas las piezas de arte creadas ya sea en estado activo o inactivo.	Alta
Opción Piezas de Arte	La opción Piezas debe tener los siguientes botones: editar, eliminar, agregar. Estos botones nos permitirán dar el mantenimiento respectivo a cada pieza de arte.	Alta
Opción Piezas de Arte	La opción Piezas no debe permitir modificar el campo Número Ordinal de una pieza de arte ya creada.	Alta
Opción Piezas de Arte	La opción Piezas permitirá agregar una nueva pieza de arte o conjunto de nuevas piezas de arte solo mediante un archivo de Excel con un formato de datos ya establecido y que no se puede cambiar.	Alta

Opción Comentarios	La opción Comentarios debe tener una lista de todos los comentarios guardados por los usuarios en estado activo o inactivo,	Alta
Opción Comentarios	La opción Comentarios debe tener los siguientes botones: eliminar, destacado, activar o desactivar. Con estos botones podremos dar mantenimiento a los comentarios ingresados por el usuario.	Alta
Opción General	La opción General debe contener los siguientes datos para modificar: Número de comentarios que se mostrarán en la pantalla principal, título de presentación, texto de presentación, imágenes del carrusel de la pantalla principal.	Alta
Pantalla de Reportes	Debe contener una pantalla para ver los reportes	Alta
Pantalla de Reportes	La pantalla reportes debe contener un submenú con las siguientes opciones: Usuarios, Museo, Comentarios	Alta
Opción Usuarios	La opción Usuarios debe contener un gráfico de Líneas con la información del número de visitas en el año en curso tanto de usuarios nacionales como extranjeros.	Alta
Opción Usuarios	Se necesita tener un botón para exportar el gráfico a los formatos: jpg, png y pdf	Alta
Opción Usuarios	La opción Usuarios debe contener un reporte en Excel con el número de visitas por usuario.	Alta
Opción Usuarios	La opción Usuarios debe contener un reporte en Excel con los tiempos de visitas por usuario, ordenados de mayor a menor.	Alta
Opción Museo	La opción Museo debe contener un gráfico de barras con las obras más visitadas y recomendadas del año en curso.	Alta
Opción Museo	Se necesita tener un botón para exportar el gráfico a los formatos: jpg, png y pdf	Alta

Opción Comentarios	La opción Comentarios debe contener un gráfico Pie con las calificaciones de los comentarios realizados al sistema.	Alta
Opción Comentarios	Se necesita tener un botón para exportar el gráfico a los formatos: jpg, png y pdf	Alta
Cerrar Sesión	Debe contener un botón en el menú para poder cerrar la sesión.	Media
Sección Pie de Página	Debe tener una sección Footer o pie de página que se muestra en todas las pantallas sin excepción.	Media
Sección Pie de Página	En la sección Footer se debe mostrar los links hacia las principales redes sociales del museo.	Media
Tecnologías Usadas	Se utiliza ReactJs para el Frontend	Baja
Tecnologías Usadas	Se utiliza NodeJs para el Backend	Baja
Tecnologías Usadas	Se utiliza jwt para la securización de la aplicación.	Baja
Tecnologías Usadas	Se utiliza Sequelize para el manejo de los datos desde la capa de negocio en el Backend.	Baja
Tecnologías Usadas	Se utiliza PostgreSQL como base de datos para almacenar la información	Baja
Tecnologías Usadas	Se utiliza Python para el procesamiento de información y machine learning	Baja

4.2.2. Diseño y Desarrollo

- Se diseñan las interfaces y se implementan las funcionalidades seleccionadas para este ciclo.
- Al finalizar esta subetapa, se obtiene como resultado la aplicación como tal.

Figura 16: Pantalla principal del sistema

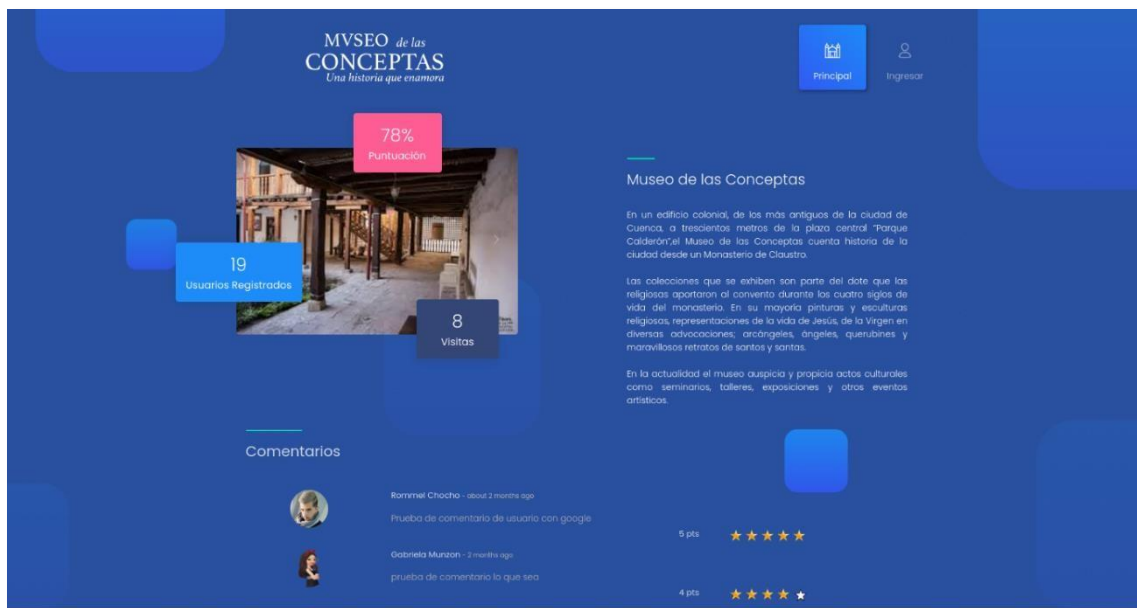


Figura 17: Pantalla principal del sistema (móvil)

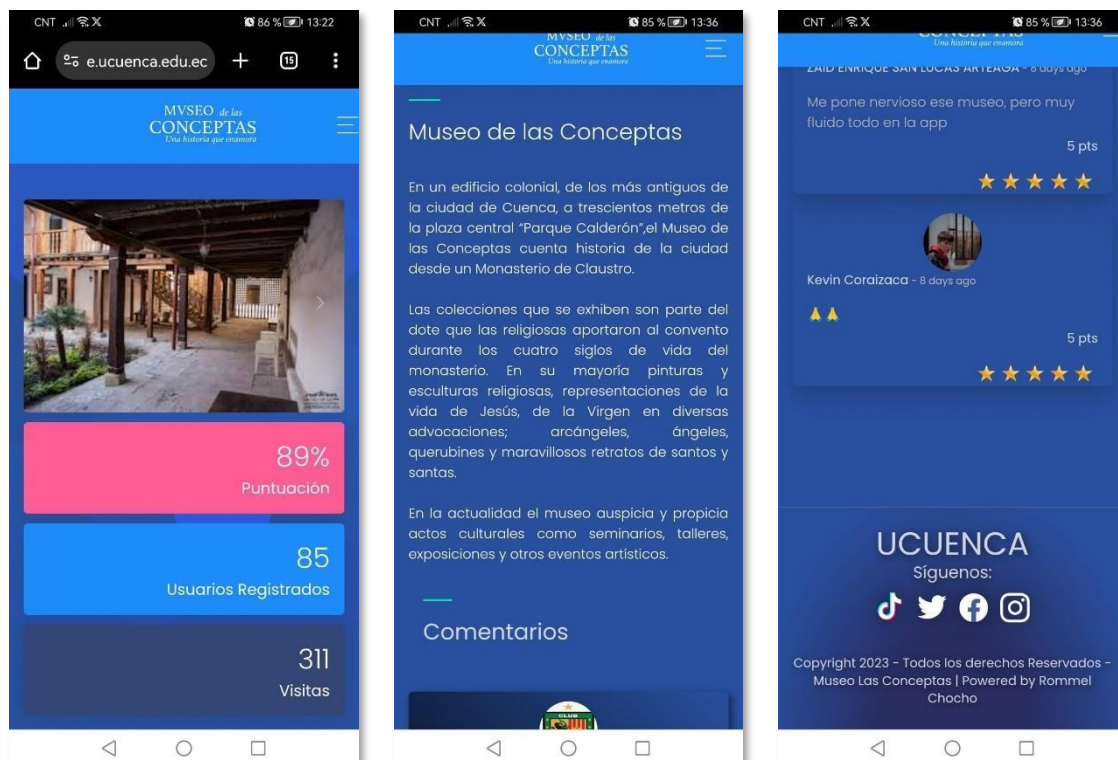


Figura 18: Pantalla para Ingreso al Sistema

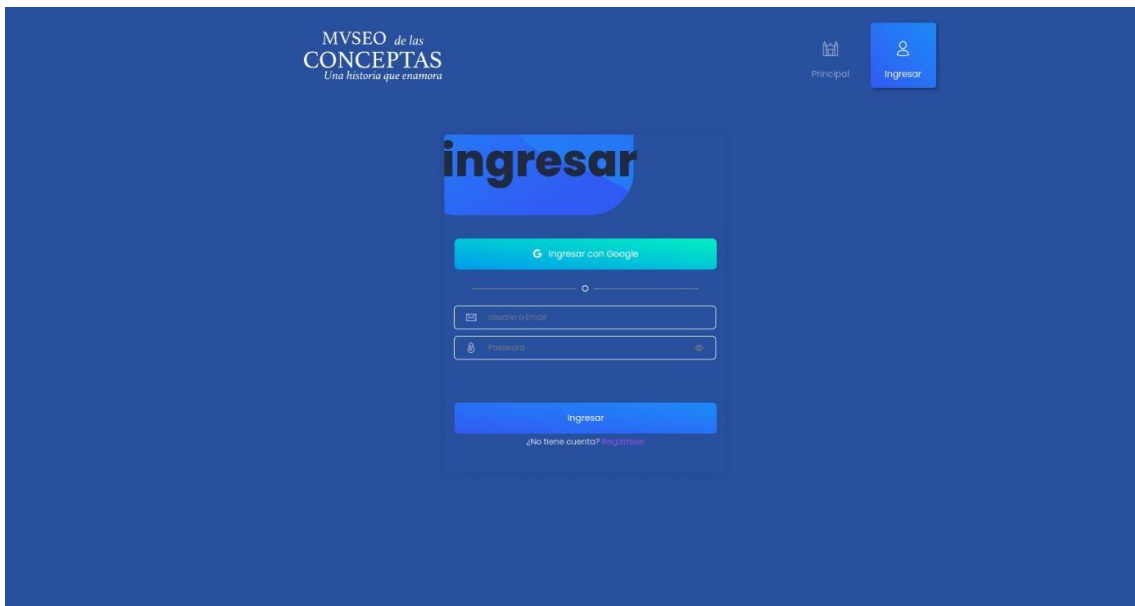


Figura 19: Pantalla para Ingreso al Sistema (móvil)

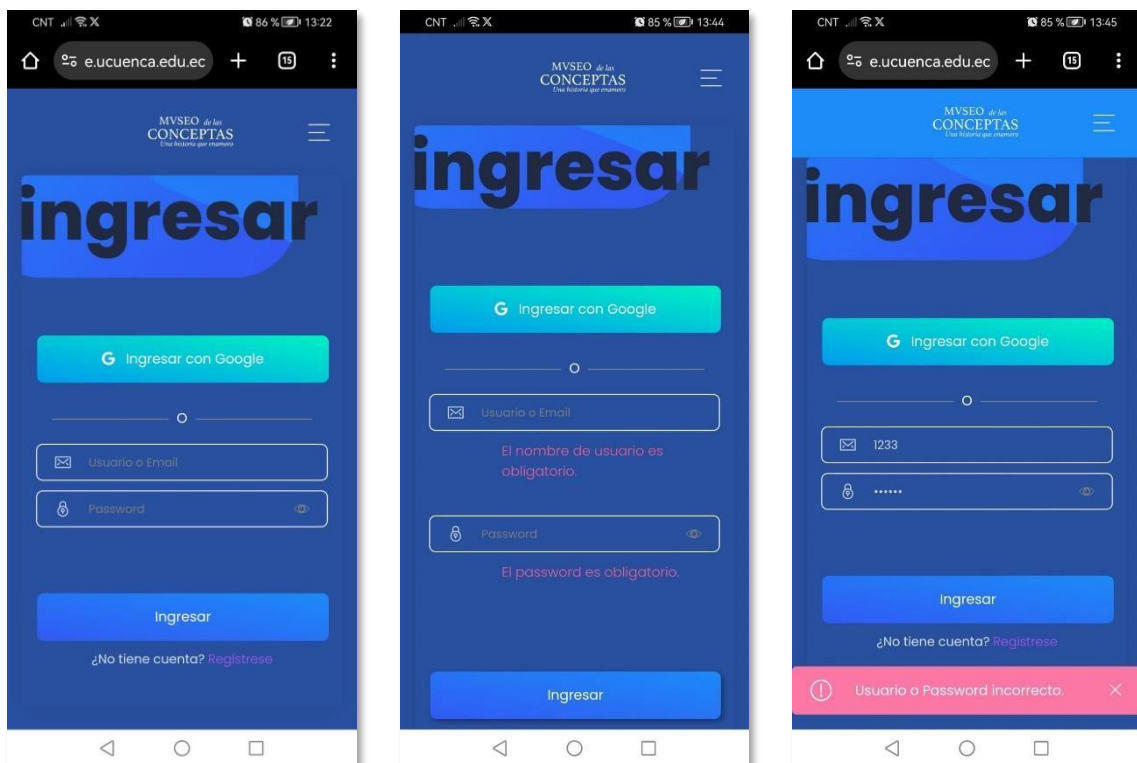


Figura 20: Pantalla para Registro

Figura 21: Pantalla para Registro (móvil)

Figura 22: Pantalla Home del usuario

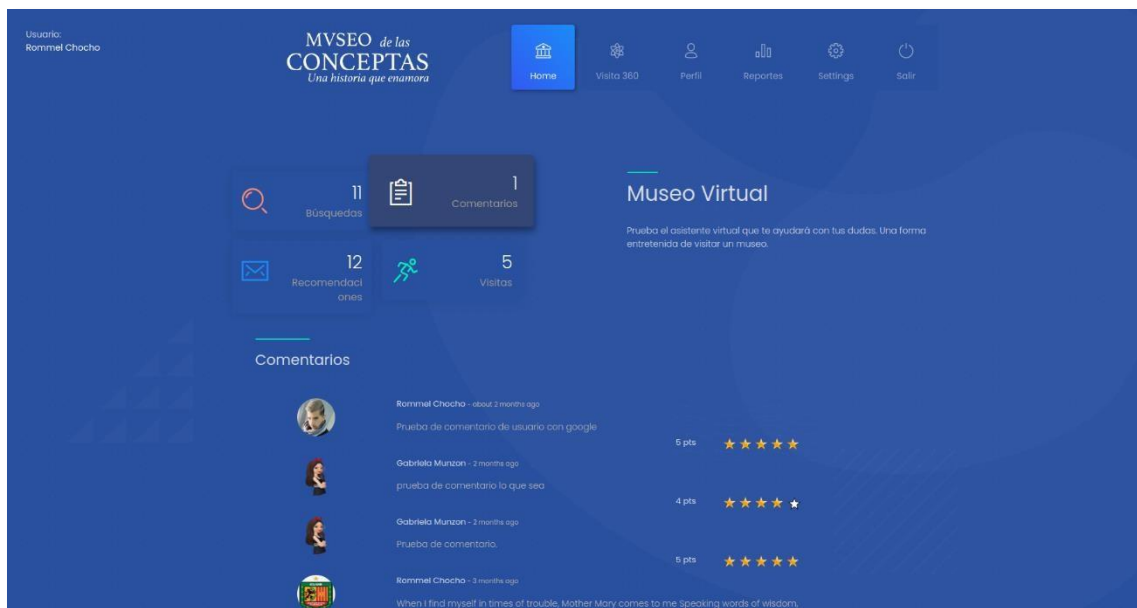


Figura 23: Pantalla Home del usuario (móvil)

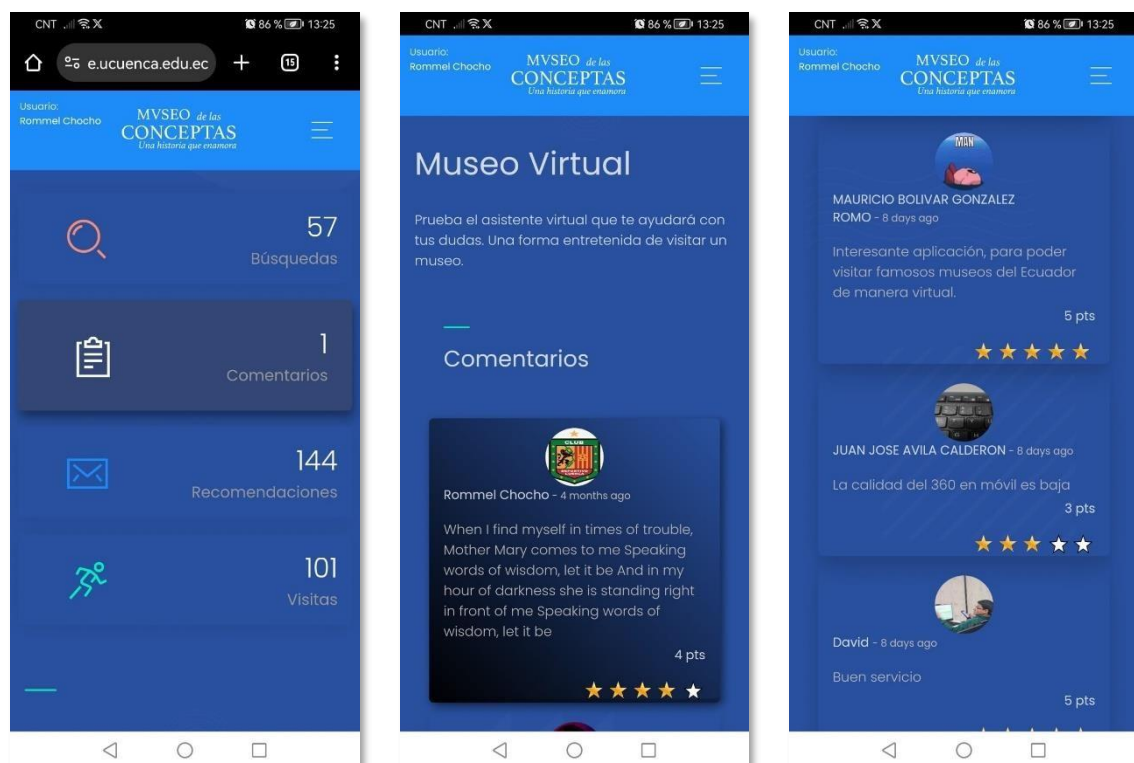


Figura 24: Pantalla Perfil del Usuario

Usuario: Rommel Chocho

MVSEO de las CONCEPTAS
Una historia que enamora

Home Visión 360 Perfil Salir

Subir foto

Usuario: rommel22@gmail.com Email: rommel22@gmail.com

Nombre Completo: Rommel Chocho

Año Nacimiento: 1988 Nacionalidad: Ecuador

☐ Cambiar Password

Password: Repetir-Password:

Guardar

Figura 25: Pantalla Perfil del Usuario (móvil)

Usuario: Rommel Chocho

MVSEO de las CONCEPTAS
Una historia que enamora

Subir foto

Usuario: admin

Email: rommel.chocho@ucuenca.edu.ec

Nombre Completo: Rommel Chocho

Año Nacimiento: 1988

Nacionalidad: Ecuador

☐ Cambiar Password

Password: Repetir-Password:

Guardar

Seleccionar una opción

Cámara Cámara Grabador... Archivos

Figura 26: Pantalla de Administración. Listado de usuarios.

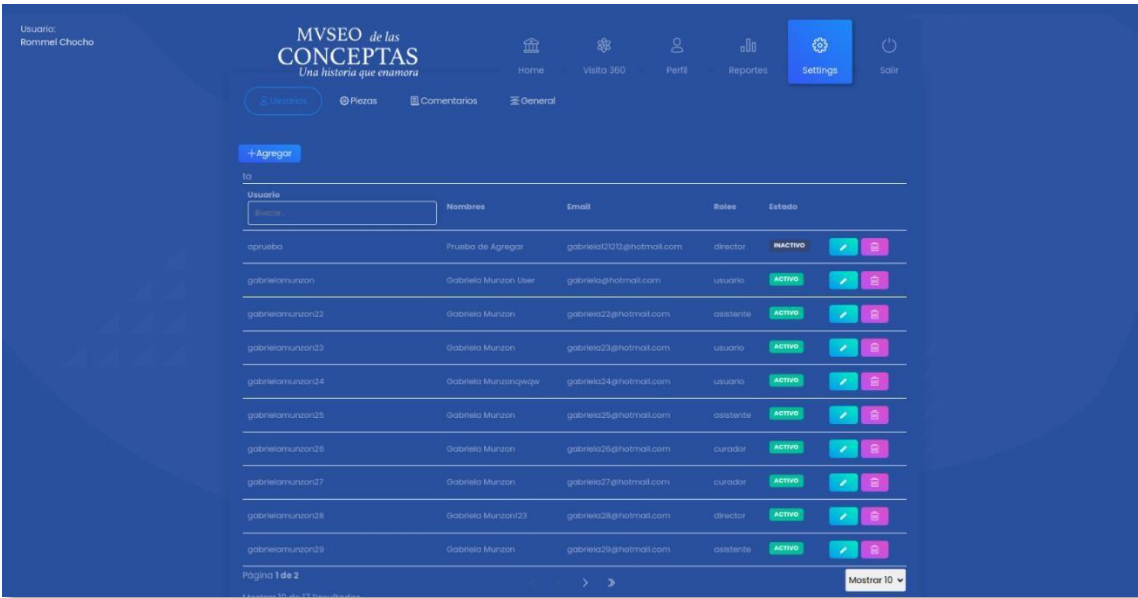


Figura 27: Pantallas para administración (móvil)

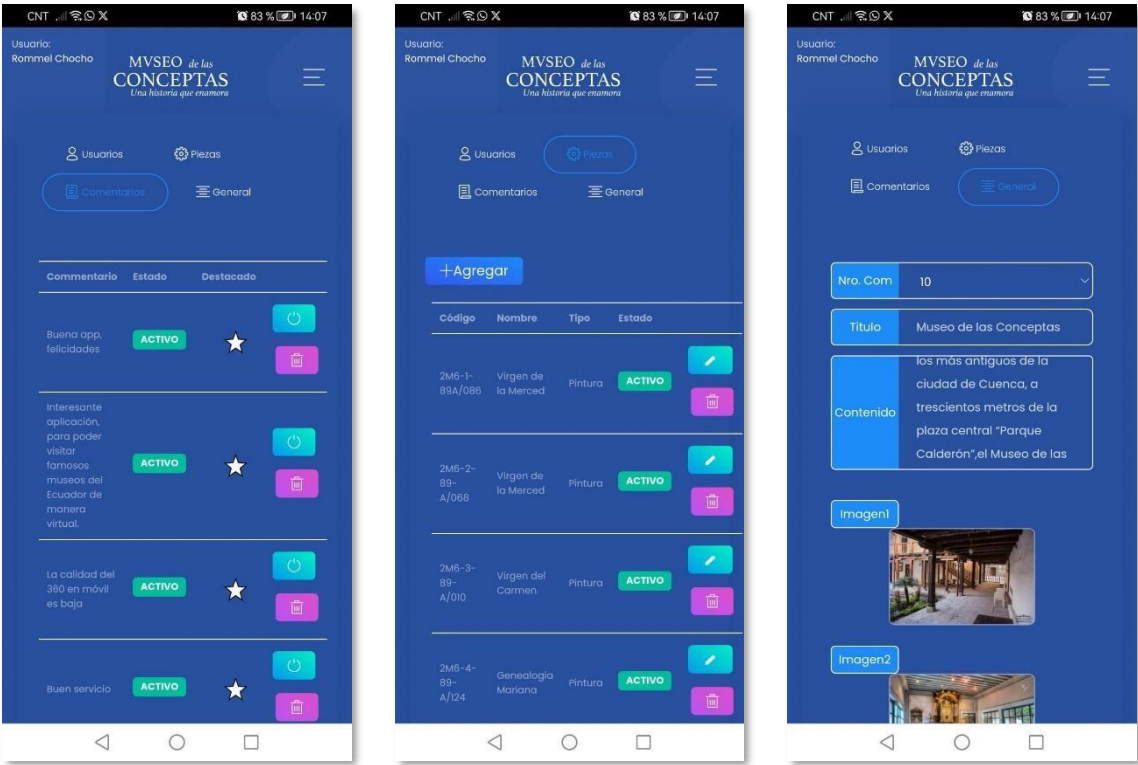


Figura 28: Pantalla de Administración. Mantenimiento de Usuarios.

Figura 29: Sección Footer.



Figura 30: Pantalla para mantenimiento (móvil)

Figura 31: Pantalla de Reportes.



Figura 32: Pantalla de Reportes (móvil)

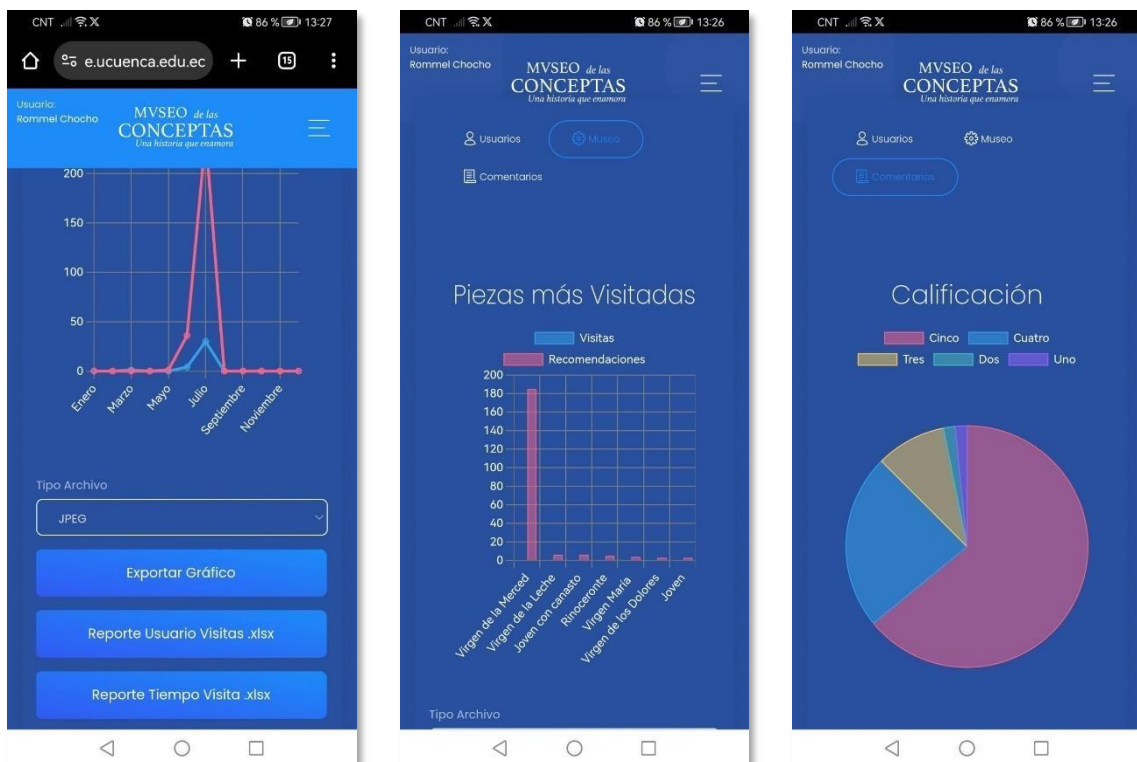


Figura 33: Pantalla Salir del Sistema

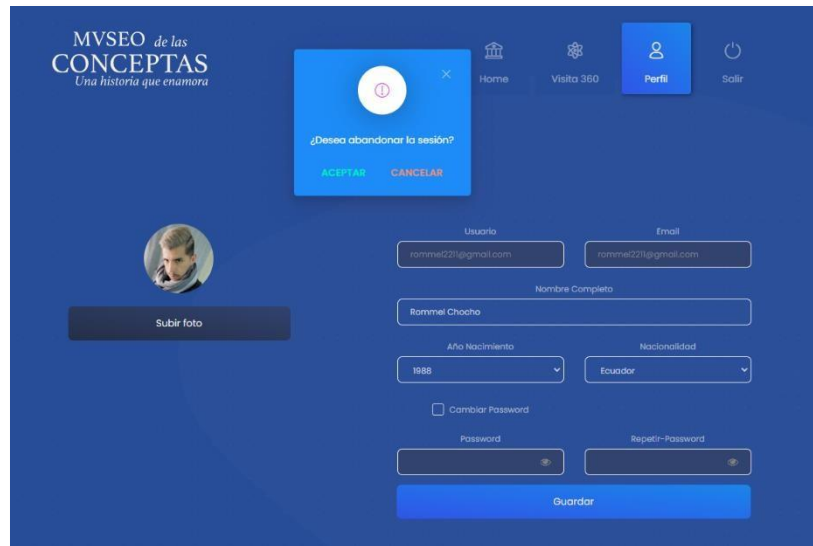


Figura 34: Pantalla Salir del Sistema (móvil)



4.2.3. Evaluación

- Los stakeholders llevan a cabo pruebas de la aplicación para verificar y validar los requerimientos de usuario.
- Se recibe retroalimentación de los stakeholders mediante el análisis de los resultados obtenidos en las pruebas.

Tabla 10: Requerimientos funcionales evaluados del Segundo ciclo VDDE.

Requerimientos	Aprobación	Observación
Se eliminan piezas de arte de la Sala del Risco y se mejora calidad de imágenes	Si	
Se crea pantalla de Ingreso	Si	
Se crea pantalla de Registro	No	Enviar mail de confirmación de creación de cuenta
Se crea pantalla Principal	Si	
Se crea pantalla Home del Usuario	Si	
Se crea pantalla de Perfil de Usuario	Si	
Se crea pantalla de Administración	Si	
Se crean pantallas de Administración de Usuarios	Si	
Se crean pantalla de Administración de Piezas de Arte	Si	
Se crean pantallas de Administración de Comentarios	No	Se necesita agregar un campo para destacar comentarios.
Se crean pantallas de Administración de Datos Generales	Si	
Se crea pantalla de Reportes	Si	
Se crea pantalla de Reporte de Usuarios	No	Agregar reportes en Excel de Usuarios con más visitas y tiempos de visita.
Se crea pantalla de Reporte de Museo	Si	
Se crea pantalla de Reporte de Comentarios	Si	
Se crea botón para cerrar la sesión.	Si	

4.3. ChatBot y entrenamiento con diferentes modelos de aprendizaje

A continuación, se desarrolla el tercer ciclo VDDE para este caso de estudio.

4.3.1. Valoración

- Los requerimientos se ordenan por prioridad (alta, media, baja) establecida por los stakeholders.
- Se agregan las observaciones y requerimientos del ciclo anterior.
- Se seleccionan los requerimientos que serán implementados durante este ciclo, comenzando por los de mayor prioridad y estableciendo su funcionalidad.

Tabla 11: Requerimientos funcionales ordenados para el Tercer ciclo VDDE.

Funcionalidad	Requerimientos	Prioridad
Confirmación de Cuenta	Se debe enviar un correo con un link para confirmar creación de cuenta	Alta
Gestión de Comentarios	Se debe crear un campo y un botón para destacar un comentario y este se muestre al principio del listado de comentarios.	Alta
Pantalla de Reportes	Se deben crear reportes en Excel para las visitas que realiza un usuario y el tiempo que permanece en la visita.	Alta
Diseño del ChatBot	Este componente debe contener un diseño de ChatBot	Alta
Mensajería ChatBot	Este componente debe permitir conectarse a un API al cual se envían las preguntas.	Alta
Mensajería ChatBot	Este componente debe tener un cuadro de texto en donde se escriben las preguntas.	Alta
Mensajería ChatBot	Este componente debe contener un botón para enviar la pregunta al API	Alta
Transcripción de Audio	Este componente debe contener un botón que permita grabar un audio para enviarlo a un API para transformarlo a texto	Alta
Transcripción de Audio	Este componente debe permitir conectarse a un API al cual se envía un audio para recibir como respuesta la transcripción del audio.	Alta
Tecnologías Usadas	Se usa Python para crear APIs para el procesamiento de IA.	Media
Tecnologías Usadas	Se usa PostgreSQL con un complemento llamado pgvector para almacenar los embeddings creados.	Media

Tecnologías Usadas	Se utiliza React-Simple-ChatBot como componente para ChatBot	Media
Tecnologías Usadas	Se debe crear un nuevo componente para el ChatBot partiendo de React-Simple-ChatBot que nos permita conectarse a las APIs de procesamiento de IA.	Media
Tecnologías Usadas	Se utiliza Sentence-Transformers para realizar el procesamiento semántico y creación de embeddings	Baja
Tecnologías Usadas	Se utiliza OPENAI para responder preguntas a ChatBot	Baja
Tecnologías Usadas	Se utiliza Whisper para transcribir el audio y transformarlo a texto.	Baja
Almacenamiento de Datos	Se deben almacenar las preguntas realizadas para poder usar esta información en los reportes correspondientes.	Baja

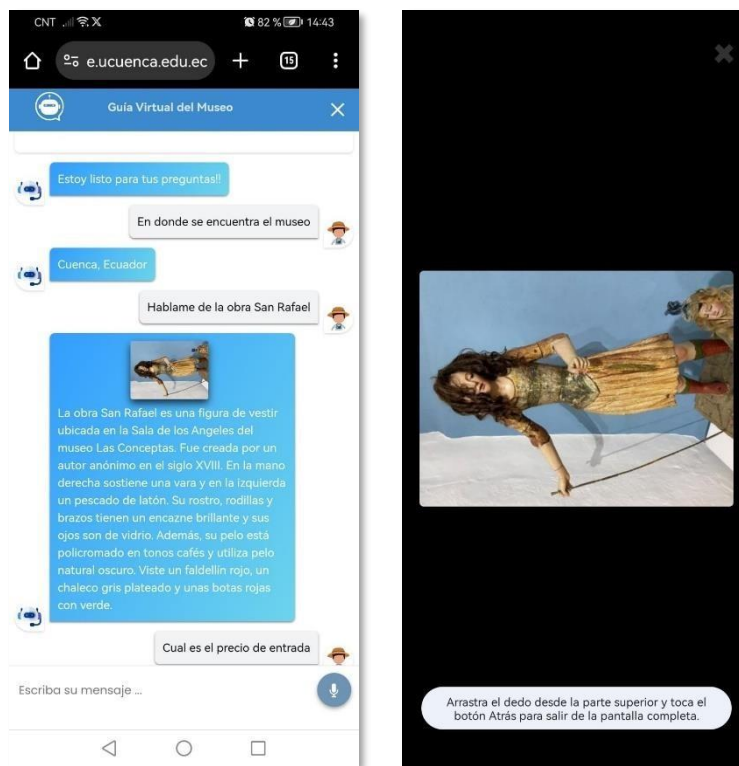
4.3.2. Diseño y Desarrollo

- Se diseñan las interfaces y se implementan las funcionalidades seleccionadas para este ciclo.

Figura 35: Componente ChatBot.



Figura 36: Componente ChatBot (móvil)



4.3.3. Proceso RAG

En esta subetapa se describen los pasos para realizar esta implementación.

- **Obtención de Documentación:**
 - Se recopilan documentos relevantes, como textos históricos, folletos, descripciones de artefactos y otros materiales relacionados con el museo.
- **Procesamiento de la Documentación:**
 - Los documentos recopilados se procesan para eliminar datos innecesarios y estandarizar el formato.
 - Se dividen los textos en unidades manejables (chunks) para su posterior procesamiento.
- **Almacenamiento en Embeddings:**
 - Se utiliza un modelo de aprendizaje automático para convertir los documentos en embeddings (se explica el modelo elegido en el capítulo 5), que son representaciones vectoriales de los textos. Estos embeddings permiten al sistema manejar y buscar información de manera eficiente.
 - Los embeddings generados se almacenan en la base de datos vectorial.
- **Recuperación de Información:**
 - Cuando un usuario realiza una pregunta al ChatBot, la consulta se convierte en un embedding utilizando el mismo modelo que se usó para los documentos.
 - El sistema busca en la base de datos de embeddings los documentos más relevantes que coincidan con la consulta del usuario utilizando el algoritmo de la similitud del coseno.

- **Generación de Respuestas:**
 - Utilizando los documentos recuperados, el ChatBot utiliza estas respuestas como contexto y se las envía al LLM (Gpt-3.5 turbo) quien es quien se encarga de generar una respuesta coherente hacia el usuario.
- **Entrega de la Respuesta:**
 - El ChatBot presenta la respuesta generada hacia el usuario de forma contextualizada y comprensible.

Al finalizar esta subetapa, se obtiene como resultado un ChatBot al cual se le pueden realizar preguntas sobre el museo y sus piezas de arte ya sea mediante texto o audio.

4.3.4. Evaluación

- Los stakeholders llevan a cabo pruebas de la aplicación para verificar y validar los requerimientos de usuario.
- Se recibe retroalimentación de los stakeholders mediante el análisis de los resultados obtenidos en las pruebas.

Tabla 12: Requerimientos funcionales evaluados del Tercer ciclo VDDE.

Requerimientos	Aprobación	Observación
Se debe enviar un correo con un link para confirmar creación de cuenta	Si	
Se debe crear un campo y un botón para destacar un comentario y este se muestre al principio del listado de comentarios.	Si	
Se deben crear reportes en Excel para las visitas que realiza un usuario y el tiempo que permanece en la visita.	Si	
Este componente debe contener un diseño de ChatBot	Si	
Este componente debe permitir conectarse a un API al cual se envían las preguntas y se reciben respuestas a las mismas	No	Se deben mejorar las respuestas con la información correcta
Este componente debe contener un botón que permita grabar un audio para enviarlo a un API para transformarlo a texto	Si	
Se usa Python para crear APIs para el procesamiento de IA.	Si	

Se usa PostgreSQL con un complemento llamado pgvector para almacenar los embeddings creados.

4.4. Sistema de Recomendaciones

A continuación, se desarrolla el cuarto ciclo VDDE para este caso de estudio.

4.4.1. Valoración

- Los requerimientos se ordenan por prioridad (alta, media, baja) establecida por los stakeholders.
- Se agregan las observaciones y requerimientos del ciclo anterior.
- Se seleccionan los requerimientos que serán implementados durante este ciclo, comenzando por los de mayor prioridad y estableciendo su funcionalidad.

Tabla 13: Requerimientos funcionales ordenados para el Cuarto ciclo VDDE.

Funcionalidad	Requerimientos	Prioridad
Mensajería ChatBot	Se deben mejorar las respuestas con la información correcta	Alta
Sistema de Recomendaciones	El componente ChatBot debe presentar 3 opciones de recomendaciones.	Alta
Sistema de Recomendaciones	Las recomendaciones se deben presentar cada vez que se acceda al menú Visita 360°.	Alta
Sistema de Recomendaciones	Al elegir una opción se debe presentar el título, imagen e información de la pieza de arte recomendada.	Alta
Visualización de contenido multimedia	Al hacer click sobre la imagen, la misma se debe presentar en pantalla completa y debe tener un botón para poder regresar al ChatBot.	Alta
Tecnologías Usadas	Se usa Python para crear APIs para el procesamiento de IA.	Media
Tecnologías Usadas	Se usa PostgreSQL con un complemento llamado pgvector para almacenar los embeddings creados.	Media
Tecnologías Usadas	Se utiliza React-Simple-ChatBot como componente para ChatBot	Media

Tecnologías Usadas	Se utiliza OPENAI para crear los embeddings necesarios para el sistema de Recomendaciones	Baja
Tecnologías Usadas	Se utiliza pgvector para realizar la búsqueda que nos devolverá las recomendaciones de acuerdo a las preguntas y temas de interés que hayamos consultado.	Baja
Almacenamiento de Datos	Se deben almacenar las recomendaciones realizadas para poder usar esta información en los reportes correspondientes.	Baja

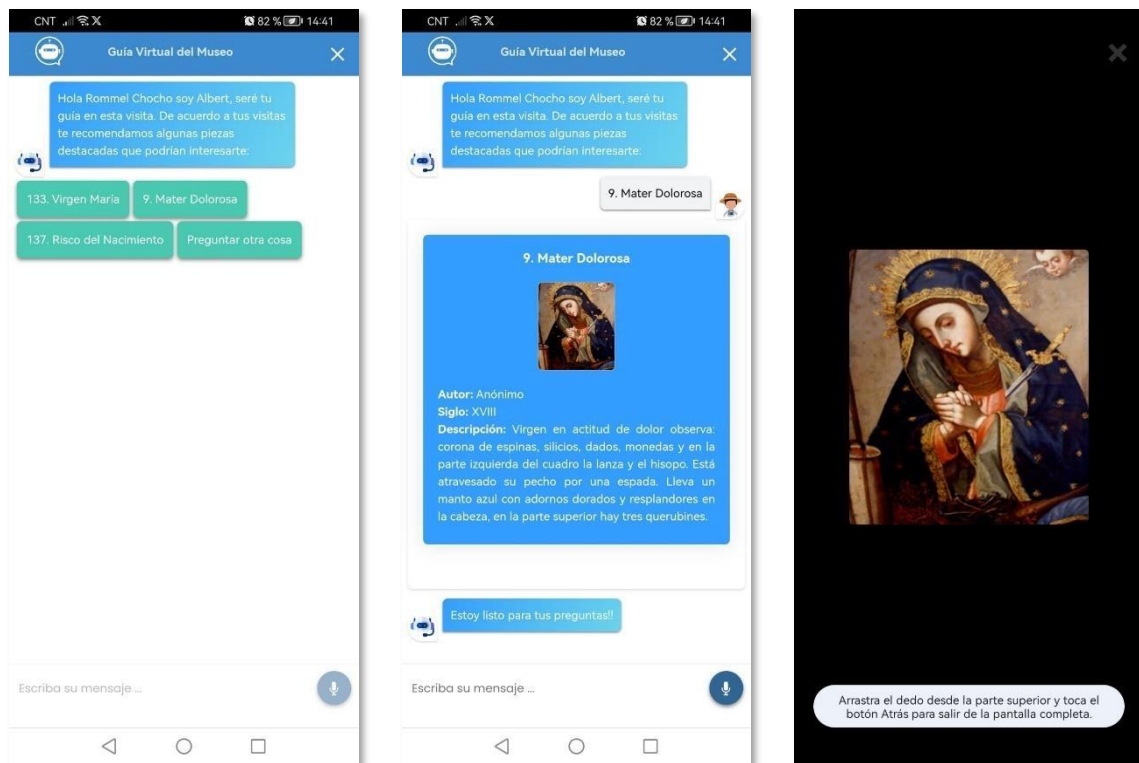
4.4.2. Diseño y Desarrollo

- Se diseñan las interfaces y se implementan las funcionalidades seleccionadas para este ciclo.

Figura 37: Componente ChatBot con recomendaciones.



Figura 38: Componente ChatBot con recomendaciones (móvil)



4.4.3. Sistema de Recomendación

En esta subetapa se describen los pasos necesarios para la implementación del Sistema de Recomendación.

- **Obtención de Datos:**
 - Se recopila información de las obras de arte desde la base de datos.
- **Procesamiento y Transformación de Datos:**
 - Se limpian y preparan los datos para su uso.
 - Se convierten las descripciones y datos relevantes (título, descripción, autor, siglo) en embeddings utilizando un modelo de aprendizaje automático (se explica el modelo elegido en el capítulo 5).
- **Generación de Recomendaciones:**
 - Se obtiene el historial del usuario visitante desde la base de datos y se toman las 3 últimas obras visitadas, utilizando el modelo entrenado se generan embeddings.
 - Se realiza una búsqueda semántica mediante el algoritmo de similitud del coseno y se obtiene las 3 obras más relevantes.
- **Entrega y Presentación de Recomendaciones:**
 - Se muestran las recomendaciones de manera clara y accesible para los visitantes dentro del ChatBot.

Al finalizar esta subetapa, se obtiene como resultado un sistema de recomendaciones personalizadas de acuerdo a las búsquedas y preguntas realizadas al ChatBot.

4.4.4. Evaluación

- Los stakeholders llevan a cabo pruebas de la aplicación para verificar y validar los requerimientos de usuario.
- Se recibe retroalimentación de los stakeholders mediante el análisis de los resultados obtenidos en las pruebas.

Tabla 14: Requerimientos funcionales evaluados del Cuarto ciclo VDDE.

Requerimientos	Aprobación	Observación
Se deben mejorar las respuestas con la información correcta	Si	
El componente ChatBot debe presentar 3 opciones de recomendaciones.	Si	
Al elegir una opción se debe presentar el título, imagen e información de la pieza de arte recomendada.	Si	
Al hacer click sobre la imagen, la misma se debe presentar en pantalla completa y debe tener un botón para poder regresar al ChatBot.	Si	
Las recomendaciones se deben presentar cada vez que se acceda al menú Visita 360°.	Si	
Se usa Python para crear APIs para el procesamiento de IA.	Si	
Se usa PostgreSQL con un complemento llamado pgvector para almacenar los embeddings creados.	Si	
Se utiliza React-Simple-ChatBot como componente para ChatBot	Si	
Se utiliza OPENAI para crear los embeddings necesarios para el sistema de Recomendaciones	Si	
Se utiliza pgvector para realizar la búsqueda que nos devolverá las recomendaciones de acuerdo a las preguntas y temas de interés que hayamos consultado.	Si	

Se deben almacenar las recomendaciones realizadas para poder usar esta información en los reportes correspondientes.	Si
--	----

4.5. Cierre del proyecto

En esta etapa, después de verificar que todos los requisitos se hayan cumplido satisfactoriamente, la directora del museo aprueba la recepción de todos los entregables y el cierre del proyecto.

Se entregan la aplicación web finalizada, junto con el manual técnico para el mantenimiento y despliegue (Revisar **Anexo C**) y el manual de usuario correspondiente (Revisar **Anexo D**). Para poder ingresar al sistema se debe visitar la siguiente url:

- <https://ingsoftware.ucuenca.edu.ec/museodelasconceptas/inicio>

Las URLs para acceder al código fuente del proyecto se encuentran en un repositorio de GitHub y se pueden descargar de los siguientes enlaces:

- Frontend: <https://github.com/javierommel/Tesis-FrontEnd.git>
- Backend: <https://github.com/javierommel/Tesis-BackEnd.git>
- Process: <https://github.com/javierommel/Tesis-Process.git>
- ChatBot: <https://github.com/javierommel/Tesis-ChatBot.git>

Es importante resaltar que el despliegue final del sistema se realiza en un servidor de la Universidad de Cuenca.

Todos los pasos necesarios y tecnologías necesarias para realizar el despliegue del sistema se describen en el manual técnico.

Capítulo 5: Evaluación del Sistema

5.1. Evaluación de ChatBot

5.1.1. Definir Métricas

Primero, se define las métricas que se usan para evaluar los modelos:

- **Precisión:** Qué tan bien las respuestas coinciden con la información correcta. Se avalúan en un rango de 1 a 5.
- **Relevancia:** Qué tan relevante es la respuesta a la pregunta del usuario. Se avalúan en un rango de 1 a 5.
- **Coherencia:** Qué tan coherente y fácil de entender es la respuesta. Se avalúan en un rango de 1 a 5.
- **Tiempo de Respuesta:** Cuánto tiempo tarda el modelo en generar una respuesta. Se evalúa en segundos.

5.1.2. Definir Modelos a Evaluar

Se define modelos a evaluar:

- **Modelo1:** sentence-transformers/paraphrase-multilingual-mpnet-base-v2
- **Modelo2:** sentence-transformers/paraphrase-multilingual-MiniLM-L12-v2
- **Modelo3:** gpt-3.5-turbo-instruct

5.1.3. Crear un Conjunto de Pruebas

Las preguntas elegidas para las pruebas son:

- **Pregunta1:** ¿En dónde se encuentra el museo?
- **Pregunta2:** ¿Cuáles son las obras de arte más relevantes?
- **Pregunta3:** ¿Qué tipo de obras expone el museo?
- **Pregunta4:** ¿Qué es el risco?

Preguntas en idioma coloquial:

- **Pregunta5:** Dame los precios
- **Pregunta6:** Pueden asistir niños
- **Pregunta7:** Ñaño como me doy una vueltita por el museito

5.1.4. Obtener Respuestas de los Modelos

- **Modelo1:**
 - Pregunta 1:** El Museo Monasterio de las Conceptas se encuentra ubicado en Cuenca, Ecuador, en la dirección Hermano Miguel 6-33 entre Juan Jaramillo y Presidente Córdova.
 - Pregunta 2:** Las obras de arte más relevantes son El Risco, Arcángel San Miguel, Virgen de la Merced, Urnas de San Francisco de Sales y San Antonio de Padua, y Urna del Niño Jesús.
 - Pregunta 3:** El Museo Las Conceptas expone principalmente urnas de santos y el Niño Jesús, hechas de madera policromada, vidrio y hojalata repujada.
 - Pregunta 4:** El Risco es una sala del museo Las Conceptas que representa un paisaje de rocas y montañas que rodean el ambiente del pesebre. En esta sala se destacan varias iglesias cuencanas como El Carmen de la Asunción, la iglesia del Monasterio

de las Conceptas, la Compañía de Jesús y San Sebastián. También se pueden apreciar obras como El Risco y Santos Inocentes, que formaban parte del pesebre navideño

- v) **Pregunta 5:** Los precios de entrada al museo Las Conceptas son: Adultos: \$10 y Preferencial: \$7
 - vi) **Pregunta 6:** Sí, los niños pueden asistir al museo Las Conceptas. De hecho, hay varias obras que representan a niños, como la escultura del Niño Otro y la escultura del Niño Jesús. También hay un mobiliario que representa a un Niño Jesús recostado. Sin embargo, es importante que los niños estén acompañados por un adulto durante su visita al museo.
 - vii) **Pregunta 7:** Lo siento, no tengo información sobre cómo darse una vuelta por el museo. Pero puedo decirte que el Museo "Monasterio de las Conceptas" se encuentra ubicado en Cuenca, Ecuador, en la dirección Hermano Miguel 6-33 entre Juan Jaramillo y Presidente Córdova, y fue fundado el 13 de Junio de 1599. Además, ofrece servicios como una tienda y una cafetería/restaurante, aunque no se especifica en los documentos proporcionados. También se espera que haya accesibilidad básica y se ofrecen talleres de vitrales y dibujo, así como eventos religiosos y culturales como limpias energéticas. Espero que esta información te sea útil.
- **Modelo2:**
 - i) **Pregunta 1:** El museo Las Conceptas se encuentra en la ciudad de Quito, Ecuador.
 - ii) **Pregunta 2:** Las obras más relevantes del museo Las Conceptas son El Risco, Arcángel San Miguel, Virgen de la Merced, Urnas de San Francisco de Sales y San Antonio de Padua, y la Urna del Niño Jesús.
 - iii) **Pregunta 3:** El museo Las Conceptas expone principalmente pinturas y esculturas en sus salas, destacando obras como El Risco, Arcángel San Miguel y Virgen de la Merced.
 - iv) **Pregunta 4:** Lo siento, no tengo información sobre el risco. Pero puedo decirte que el Monasterio Las Conceptas es una institución muy importante en la historia de Cuenca y su economía. Además, cuenta con una gran cantidad de obras de arte y objetos religiosos que son muy interesantes de conocer. ¿Te gustaría que te cuente más sobre el museo?"
 - v) **Pregunta 5:** Los precios de entrada al museo Las Conceptas son los siguientes: \n- Adultos: \$10 \n- Preferencial: \$7\
 - vi) **Pregunta 6:** Sí, en la Sala Los Juguetes del museo Las Conceptas se pueden encontrar juguetes para niños que fueron traídos para el disfrute de las niñas que entraron al monasterio de manera temporal o definitiva. Sin embargo, la entrada de niñas de corta edad era contraria a la regla por la falta de paz y sosiego necesario en el rutinario silencio de los claustros, y contrariaba las indicaciones del Concilio de Trento que prohibía se forzase física o moralmente el ingreso a los monasterios. Por lo tanto, no era común que los niños asistieran al monasterio.
 - vii) **Pregunta 7:** Lo siento, no tengo información sobre cómo dar una vuelta por el museo Las Conceptas. Pero puedo ayudarte a encontrar información sobre las obras que se encuentran en el museo. ¿Te gustaría saber más sobre alguna obra en particular?
 - **Modelo3:**
 - i) **Pregunta 1:** El Museo "Monasterio de las Conceptas" se encuentra ubicado en Cuenca, Ecuador, en la dirección Hermano Miguel 6-33 entre Juan Jaramillo y Presidente Córdova. Fue fundado el 13 de Junio de 1599.

- ii) **Pregunta 2:** Las obras más relevantes son: El Risco, Arcángel San Miguel, Virgen de la Merced, Urnas de San Francisco de Sales y San Antonio de Padua, Urna del Niño Jesús, Casullas romanas, estolas, Máquina de Lavado Manual y el Detente.
- iii) **Pregunta 3:** El museo Las Conceptas expone principalmente pinturas y esculturas en sus salas.
- iv) **Pregunta 4:** El Risco es una sala del museo Las Conceptas que representa un paisaje de rocas y montañas que rodean el ambiente del pesebre. En esta sala se destacan varias iglesias cuencanas, como El Carmen de la Asunción, la iglesia del Monasterio de las Conceptas, la Compañía de Jesús y San Sebastián. También se pueden apreciar obras de arte como El Risco y Santos Inocentes, ambas de autor anónimo y del siglo XVIII.
- v) **Pregunta 5:** Adultos: \$10\\n- Preferencial: \$7
- vi) **Pregunta 6:** Sí, los niños pueden asistir al museo Las Conceptas. El horario de atención es de lunes a sábado de 10:00 a 16:00 y el precio de entrada para niños es de \$7. Además, el museo cuenta con accesibilidad básica para personas con discapacidad. Sin embargo, no se especifica si hay visitas guiadas o si hay servicios como tienda o cafetería/restaurantes disponibles para los niños. Te recomendamos que consultes directamente con el museo para obtener más información sobre estos servicios.
- vii) **Pregunta 7:** Claro que sí, mi querido visitante. Puedes dar una vuelta por el museo Las Conceptas y disfrutar de todas las obras que tenemos para ti. Te aseguro que te encantará.

5.1.5. Analizar y Evaluar Resultados

Se usan las métricas definidas para evaluar las respuestas de cada modelo. La escala es de 1 a 5 para las métricas excepto tiempo de respuesta, en donde 1 es la calificación menor y 5 la calificación mayor.

Tabla 15: Resultados de evaluación del ChatBot para el modelo 1

Pregunta	Precisión	Relevancia	Coherencia	Tiempo Respuesta (s)
1	5	5	5	0:00:01.785929
2	4	4	3	0:00:01.685053
3	2	3	4	0:00:01.770912
4	5	4	4	0:00:02.483909
5	5	5	5	
6	3	3	4	
7	3	3	3	
Promedio	3.857	3.857	4	1.931 segundos

Tabla 16: Resultados de evaluación del ChatBot para el modelo 2

Pregunta	Precisión	Relevancia	Coherencia	Tiempo Respuesta (s)
1	2	4	3	0:00:01.140563
2	4	4	4	0:00:01.939941
3	5	5	5	0:00:01.685492
4	1	2	2	0:00:01.754762
5	5	5	5	
6	3	3	4	
7	1	3	3	
Promedio	3	3.714	3.714	1.630 segundos

Tabla 17: Resultados de evaluación del ChatBot para el modelo 3

Pregunta	Precisión	Relevancia	Coherencia	Tiempo Respuesta (s)
1	5	5	5	0:00:04.356892
2	4	4	4	0:00:02.514078
3	5	5	5	0:00:01.833763
4	5	5	4	0:00:05.237195
5	5	5	5	
6	5	4	4	
7	4	4	4	
Promedio	4.71	4.57	4.43	3.993 segundos

De acuerdo con los resultados obtenidos en la medición de las métricas en las tablas: Tabla 15, Tabla 16, Tabla 17, se observa que el modelo3 (gpt-3.5-turbo-instruct) presenta los mejores resultados. Por esta razón, se elige este modelo para el ChatBot.

Los resultados obtenidos en la evaluación de este modelo permiten establecer que el ChatBot implementado muestra una alta precisión y relevancia en sus respuestas, esto significa que aparte de proporcionar respuestas correctas también proporciona respuestas que son útiles y pertinentes en el contexto de la consulta. La coherencia es ligeramente menor, esto sugiere

que el ChatBot podría tener algunos problemas o inconvenientes para mantener la fluidez y consistencia en el contexto de las conversaciones, sin embargo, sigue presentando respuestas coherentes. El tiempo de respuesta promedio es bastante razonable, aunque hay espacio para mejoras.

5.2. Evaluación de sistema de Recomendaciones

5.2.1. Definir Métricas de Evaluación

Las métricas que se utilizan para realizar la evaluación según (Manning, Raghavan , & Schütze, 2008) son las siguientes:

- **Precisión:** La proporción de ítems que son relevantes. Revisar la siguiente fórmula:

$$Precisión = \frac{\text{Número de ítems relevantes recomendados}}{\text{Número total de ítems recomendados}}$$

- **Recuperación:** La proporción de ítems relevantes que han sido recomendados de todos los ítems relevantes disponibles. Revisar la siguiente fórmula:

$$Recall = \frac{\text{Número de ítems relevantes recomendados}}{\text{Número total de ítems relevantes recomendados}}$$

- **Mean Average Precision (MAP):** Promedia la Precisión en cada posición de los ítems relevantes en una lista de recomendaciones, a través de todas las consultas o usuarios. Revisar la siguiente fórmula:

$$MAP = \frac{1}{\text{Número total de ítems relevantes}} \sum_{k=1}^{\text{Número total de ítems relevantes}} \frac{k}{\text{posición}_k}$$

- **Normalized Discounted Cumulative Gain (NDCG):** Mide la relevancia de ítems recomendados, dando mayor peso a los ítems relevantes que aparecen en posiciones más altas de la lista. Revisar las siguientes fórmulas:

$$DCG = \sum_{i=1}^n \frac{2^{\text{relevancia}_i} - 1}{\log_2(i+1)}$$

$$IDCG = DCG \text{ de una lista ordenada idealmente}$$

$$NDCG = \frac{DCG}{IDCG}$$

- **Mean Reciprocal Rank (MRR):** Mide la calidad de la primera recomendación relevante en una lista de resultados. Revisar las siguientes fórmulas:

$$RR = \frac{1}{\text{Posición del primer ítem relevante}}$$

$$MRR = \frac{1}{Q \text{ consultas}} \sum_{q=1}^Q RR(q)$$

5.2.2. Definir modelos de Evaluación

Los modelos con los que se evaluarán las recomendaciones son los siguientes:

- **Modelo 1:** sentence-transformers/distiluse-base-multilingual-cased-v2
- **Modelo 2:** sentence-transformers/paraphrase-multilingual-MiniLM-L12-v2
- **Modelo 3:** text-embedding-3-small

5.2.3. Variables

Las variables con las que se buscarán las coincidencias son las siguientes:

- Nombre
- Descripción
- Tipo
- Autor
- Siglo

5.2.4. Construir un Conjunto de Datos de Prueba

Los datos de prueba son los siguientes:

- Virgen de la Merced
- Risco
- San Miguel Arcangel

A continuación, se presentan las obras relevantes con respecto a los datos de prueba. Cada obra se presenta con un identificador ya que existen varias obras con el mismo nombre:

- 1-Virgen de la Merced, 2-Virgen de la Merced, 47-Virgen de la Merced
- 67-San Miguel Arcangel, 73-San Miguel Arcangel
- 137-Risco del Nacimiento
- 10-Adoración a los Pastores
- 261-San Francisco Javier
- 69-San Rafael
- 60-San Diego
- 3-Virgen del Carmen
- 9-Mater Dolorosa

5.2.5. Generar Recomendaciones

Modelo1:

- 7-Virgen de la Leche,
- 64. Ángel
- 46. Ángel de la Anunciación

Modelo2:

- 69. San Rafael
- 273. San Pablo
- 270. Dolorosa

Modelo3:

- 67. San Miguel Arcangel
- 73. San Miguel Arcangel
- 47. Virgen de la Merced

5.2.6. Analizar y Evaluar Resultados

Se compara las recomendaciones generadas con el conjunto de datos de prueba y calcula las métricas de evaluación.

Tabla 18: Resultados de evaluación de sistema de recomendaciones

Modelo	Precisión	Recuperación	MAP	NDCG	MRR
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.333	0.083	0.014	0.0	1.0
3	1.0	0.25	1.0	0.294	1.0

De acuerdo con los resultados obtenidos en la medición de las métricas en la Tabla 18, se observa que el modelo 3 (text-embedding-3-small) presenta los mejores resultados. Por esta razón, se elige este modelo para el sistema de recomendaciones.

Los resultados para este modelo muestran que el sistema de recomendación es muy preciso en identificar ítems relevantes entre sus recomendaciones, como lo indica la precisión perfecta y el MAP alto. Sin embargo, el sistema no es tan exhaustivo en cubrir todos los ítems relevantes disponibles, reflejado por la baja recuperación (no importa para nuestro caso pues lo restringimos a 3 recomendaciones).

El NDCG sugiere que la ordenación de las recomendaciones podría mejorarse, aunque los ítems relevantes están presentes, no están necesariamente en las posiciones más óptimas. Sin embargo, el MRR indica que al menos la primera recomendación es siempre relevante, lo que es una característica positiva.

5.3. Evaluación de la usabilidad y experiencia del usuario sobre el sistema

5.3.1. Elección de la muestra

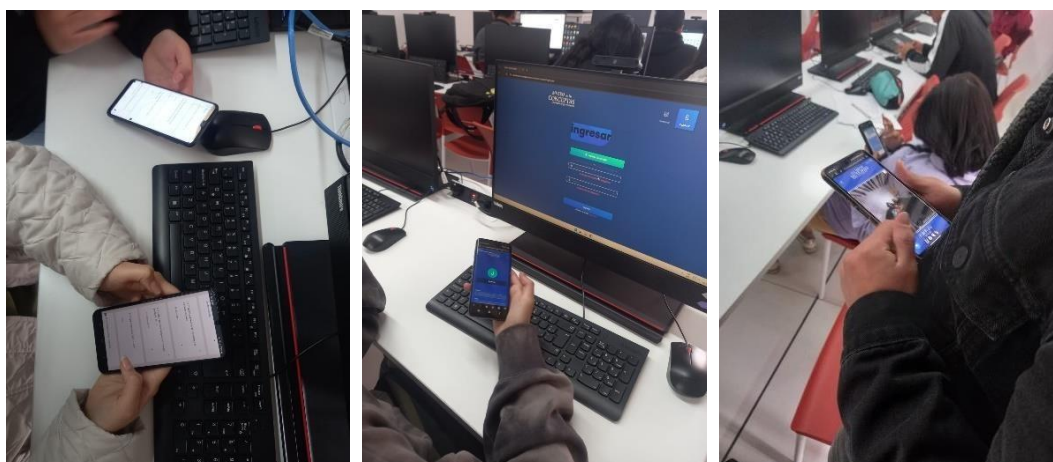
Las pruebas se llevan a cabo en el mes de julio de 2024 con una muestra de 40 participantes con los siguientes datos demográficos:

- Género: 32 hombres y 8 mujeres
- Ubicación: 40 en Cuenca, Ecuador
- Edad: de 18 a 23 años
- Tipo de Dispositivo: 36 celular y 4 computador
- ¿Tiene experiencia usando un sistema similar?: 22 si y 18 no
- ¿Ha usado un sistema con ChatBot?: 34 si y 6 no
- ¿Han visitado el museo "Monasterio de las Conceptas"?: 13 si y 27 no

Figura 39: Grupo de Estudiantes que realizan las pruebas



Figura 40: Pruebas del sistema



5.3.2. Evaluación de la usabilidad del sistema informático

- **Objetivo de la evaluación**

El objetivo principal al evaluar el sistema es obtener una medida cuantitativa de la usabilidad del sistema desde la perspectiva del usuario. Esta evaluación ayuda a identificar cómo los usuarios perciben la facilidad de uso del sistema y proporciona una base para mejorar su diseño y funcionalidad.

- **Tareas a realizar**

Para evaluar la usabilidad, se han seleccionado determinadas funcionalidades del sistema y se han presentado como tareas para que los participantes las realicen.

Tabla 19: Tareas para evaluar la usabilidad del sistema (usuario normal)

Nº	Tarea	Descripción
1	Ingreso	Ingresar al sistema mediante un usuario de Google
2	Crear comentario	Crear un comentario en la página principal del usuario
3	Visitar sala del Risco	Ingresar a pantalla de visita 360 y utilizar panel para cambiar de sala
4	Escoger la obra el risco	Dar click sobre el botón y verificar información y fotografías
5	Navegar en la sala	Utilizar el mouse o flechas del cursor para visitar toda la sala.

6	Cambiar información	Ingresar a pantalla de perfil y cambiar avatar, año de nacimiento y país
---	---------------------	--

Tabla 20: Tareas para evaluar la usabilidad del sistema (usuario administrador)

Nº	Tarea	Descripción
1	Modificar usuario	Ingresar al menú de administración y escoger usuario, elegir un usuario y modificar el password, año de nacimiento y país.
2	Modificar pieza de arte	Ingresar al menú de administración y escoger piezas, elegir una pieza de arte y modificar los materiales y medidas.
3	Agregar pieza de arte	Ingresar al menú de administración y escoger piezas, agregar una nueva pieza mediante un archivo de Excel con el formato ya establecido.
4	Desactivar un comentario	Ingresar en el submenú comentarios, escoger un comentario y desactivarlo.
5	Exportar reporte	Ingresar en el menú de reportes y exportar el reporte de usuarios a formato pdf.
6	Cambiar texto de pantalla principal	Ingresar al menú de administración y escoger general, ahí cambiar el texto de la pantalla principal.

• Método y Análisis de Resultados

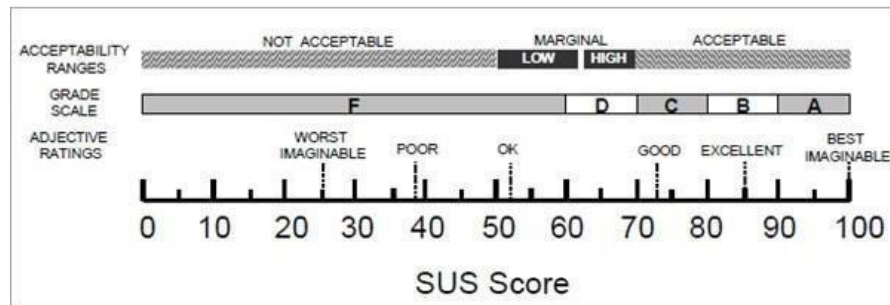
Para poder evaluar la usabilidad del sistema utilizaremos los cuestionarios SUS. Este puntaje se calcula de la siguiente manera según (Brooke, 1996):

- i) Se suman las respuestas de cada pregunta. Las respuestas de cada pregunta oscilan entre 0 y 4.
 - a. Para las preguntas 1,3,5,7 y 9 la puntuación es la respuesta del usuario menos 1.
 - b. Para las preguntas 2,4,6,8 y 10, la puntuación es de 5 menos la respuesta del usuario.

- ii) Se multiplica la suma de las respuestas por 2.5 para obtener el valor total de SUS y con estos valores ajustados se saca el promedio y obtenemos el puntaje SUS.

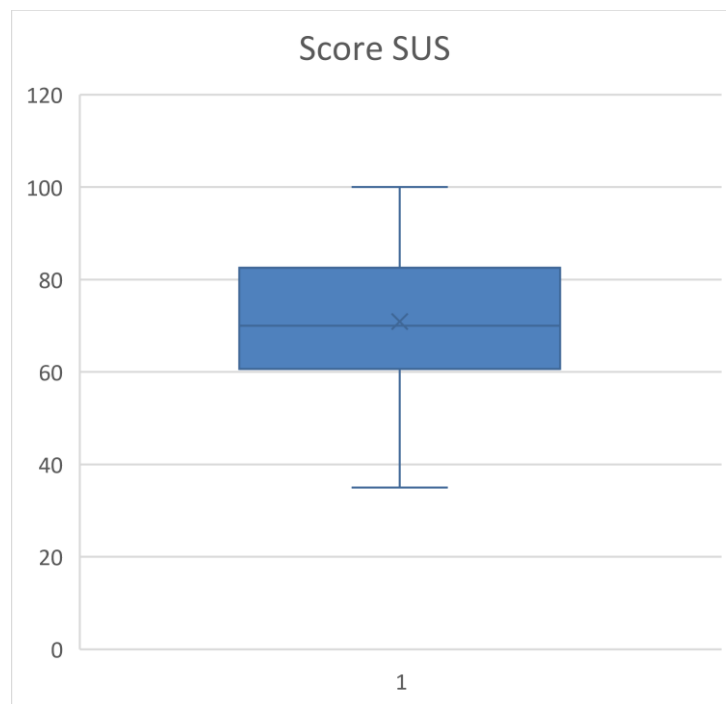
La Figura 41 presenta la escala de aceptabilidad del puntaje SUS.

Figura 41: Escala de aceptabilidad del puntaje SUS.



Nota: Adaptada de (Brooke, 1996)

Figura 42: Diagrama de caja y bigotes del puntaje SUS de pruebas realizadas.



En la Figura 42 se puede revisar que el puntaje mínimo es 35 y el puntaje máximo es 100 lo que demuestra que la calificación obtenida de las pruebas realizadas de nuestro sistema es 71. Esto sugiere que el sistema tiene una usabilidad razonablemente buena.

5.3.3. Evaluación de la usabilidad del ChatBot

Objetivo de la evaluación

El objetivo principal de evaluar nuestro ChatBot es medir la usabilidad y la calidad de la experiencia de usuario que ofrece el ChatBot. Esta evaluación permite identificar cómo los usuarios perciben y utilizan el ChatBot, proporcionando información valiosa para mejorar su diseño, funcionalidad y eficacia.

- **Tareas a realizar**

Tabla 21: Tareas para evaluar la usabilidad del ChatBot

Nº	Tarea	Descripción
1	Obtener recomendaciones	Ingresa a la pantalla de visita 360, dar click sobre el ChatBot.
2	Verificar recomendaciones	Escoger una recomendación y verificar información e imagen
3	Realizar preguntas	Realizar de 2 a 5 preguntas sobre el museo y verificar las respuestas
4	Probar audio	Presionar botón para realizar preguntas mediante audio.
5	Realizar preguntas sin sentido	Realizar preguntas que no tienen que ver con el museo o sin sentido para verificar el control de errores

- **Ejecución de las pruebas y Análisis de Resultados**

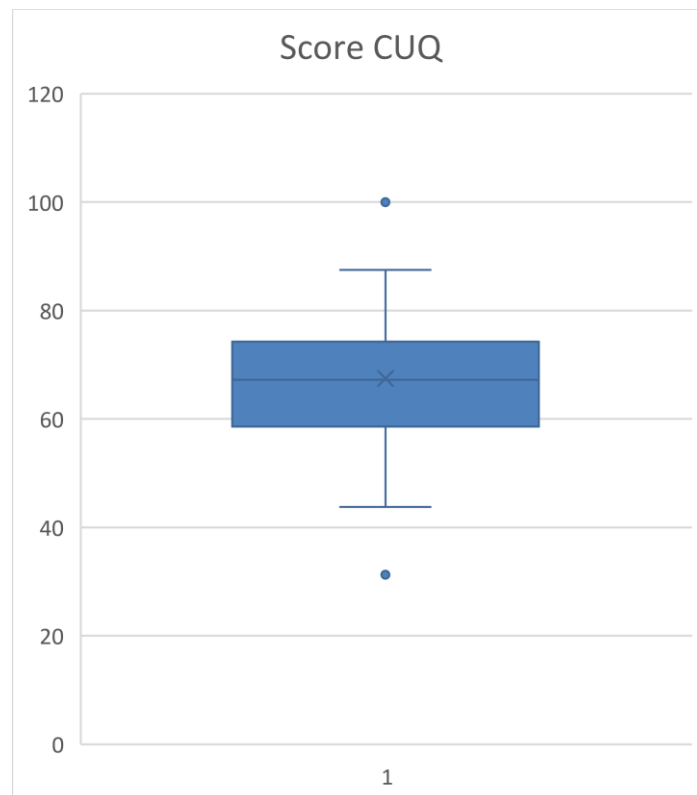
Para poder evaluar la usabilidad del sistema utilizaremos los cuestionarios CUQ. Este puntaje se calcula de la siguiente manera (Holmes, 2019):

- Se suman las respuestas de cada pregunta. Las respuestas de cada pregunta oscilan entre 0 y 4.
 - Para las preguntas 1,3,5,7,9,11,13 y 15, la puntuación es la respuesta del usuario menos 1.
 - Para las preguntas 2,4,6,8,10,12,14 y 16, la puntuación es de 5 menos la respuesta del usuario.

- ii) Se multiplica la suma de las respuestas por 60 y se divide para 100 para obtener el valor total de CUQ y con estos valores ajustados se saca el promedio y obtenemos el puntaje CUQ.

La Figura 41 presenta la escala de aceptabilidad del puntaje SUS y se utiliza la misma escala para la representación de los resultados de los cuestionarios CUQ.

Figura 43: Diagrama de caja y bigotes del puntaje CUQ de los participantes.



En la Figura 43 se puede revisar que el puntaje mínimo es 31.25 y el puntaje máximo es 100 lo que demuestra que la calificación obtenida de las pruebas para nuestro ChatBot es 68. Esto sugiere que el sistema tiene una usabilidad razonablemente promedia, es decir que es usable.

5.3.4. Evaluación de la experiencia del usuario

- **Objetivo de la evaluación**

El objetivo principal es evaluar la experiencia que tiene el usuario sobre el sistema propuesto de forma estructurada. Esta evaluación permite identificar cómo los usuarios perciben

diferentes aspectos del sistema, para luego proporcionar información que ayude a mejorar su diseño y funcionalidad.

- **Método y Análisis de Resultados**

Según (Hinderks, Schrepp, & Thomaschewski, s.f.) para poder evaluar la experiencia del usuario con el sistema utilizaremos los cuestionarios UEQ, que constan de 26 ítems que se distribuyen en seis dimensiones: atractividad, eficiencia, perspicuidad, dependencia, estimulación y novedad. Los usuarios evalúan su experiencia en cada ítem mediante una escala de 1 a 7, donde 1 representa una experiencia desfavorable y 7 una experiencia favorable. Para la medición de los resultados se utiliza la herramienta que nos entrega la página principal de UEQ.

Los autores explican que los valores de las respuestas del UEQ son transformados a una escala de -3 (Extremadamente mala) a +3 (Extremadamente buena). Así mismo, mencionan que se presentan dos tipos de calidades principales, la calidad pragmática que se refiere a la eficiencia, fiabilidad y perspicuidad del sistema, y la calidad hedónica se relaciona con la atractividad, estimulación y novedad que perciben los usuarios.

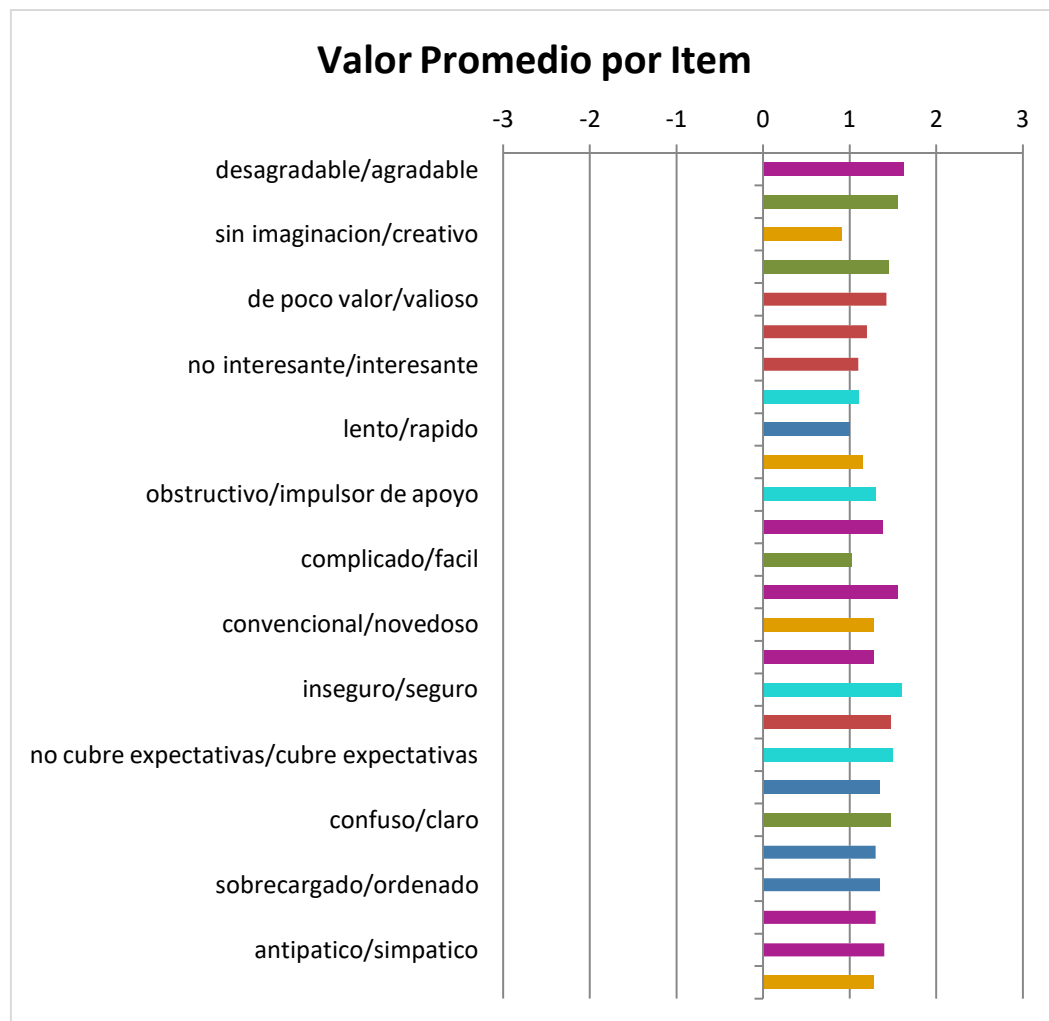
A continuación, se observan las subescalas del UEQ para obtener más detalles de la experiencia del usuario durante las pruebas, podemos observar estos resultados en la Tabla 22. Podemos observar los valores promedio, desviación estándar, varianza e intervalos de confianza ($p = 0.05$)

Tabla 22: Resultados de pruebas con cuestionarios UEQ divididos por subescala.

Escala	Promedio	Desviación Estándar	N	Confianza	Intervalo de Confianza	
Atracción	1,421	1,234	40	0,382	1,038	1,803
Transparencia	1,375	1,111	40	0,344	1,031	1,719
Eficiencia	1,250	1,124	40	0,348	0,902	1,598
Controlabilidad	1,375	1,226	40	0,380	0,995	1,755
Estimulación	1,300	1,230	40	0,381	0,919	1,681
Novedad	1,150	1,201	40	0,372	0,778	1,522

En la Figura 44 se muestra el promedio de las respuestas de los usuarios para cada ítem. Ningún ítem está por debajo de 0, lo que indica que las reacciones fueron positivas con respecto a la experiencia del usuario.

Figura 44: Valor promedio de cada pregunta del cuestionario UEQ



En la Figura 45 podemos apreciar los resultados que muestran lo siguiente:

- Atracción tiene el promedio más alto (1,421), lo que sugiere que los usuarios encuentran el sistema bastante atractivo.
- Transparencia tiene un promedio ligeramente menor (1,375), lo que indica que los usuarios generalmente entienden bien cómo funciona el sistema y cómo interactuar con él.
- Eficiencia (1,250) y Controlabilidad (1,375) tienen promedios relativamente cercanos, sugiriendo que los usuarios consideran el sistema relativamente eficiente y fácil de controlar. Sin embargo, ambos podrían beneficiarse de mejoras adicionales.
- Estimulación tiene un promedio de 1.3, los usuarios encuentran el sistema estimulante, pero hay margen para hacerlo más atractivo o interesante.

- Novedad tiene el promedio más bajo (1,150), lo que indica que el sistema no es percibido como especialmente novedoso o innovador. Esto puede ser una oportunidad para introducir características nuevas y frescas.

Figura 45: Resultados de las pruebas en la Escala de UEQ

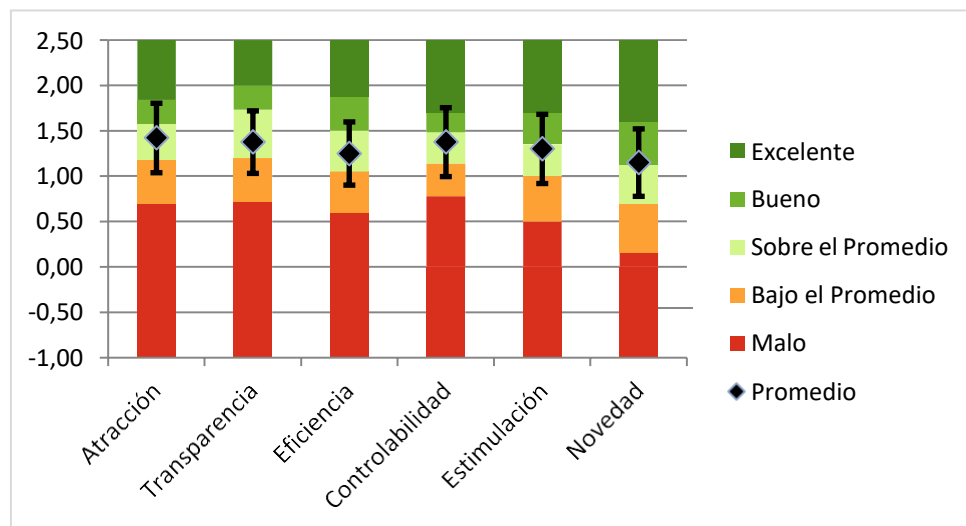


Figura 46: Resultados de Recomendaciones pregunta 1

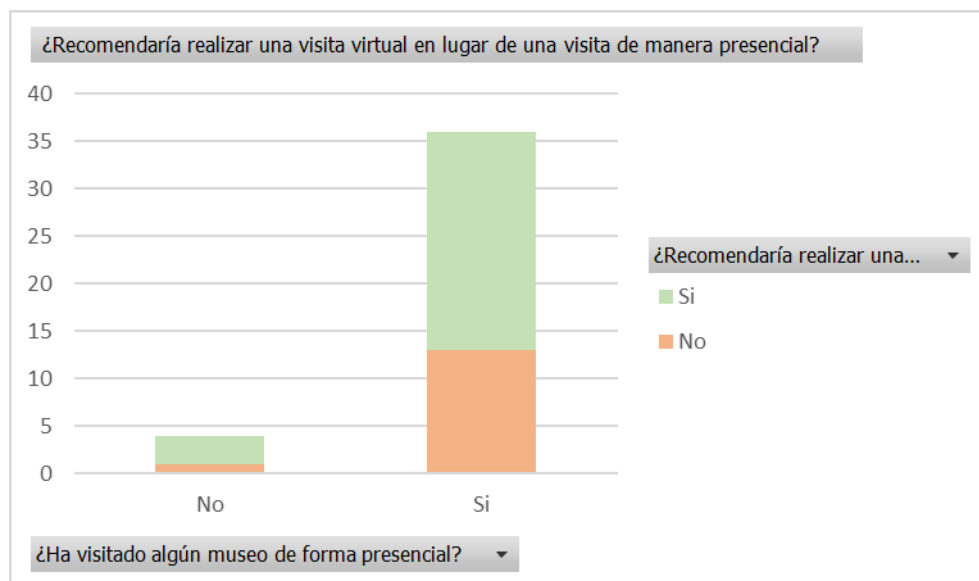
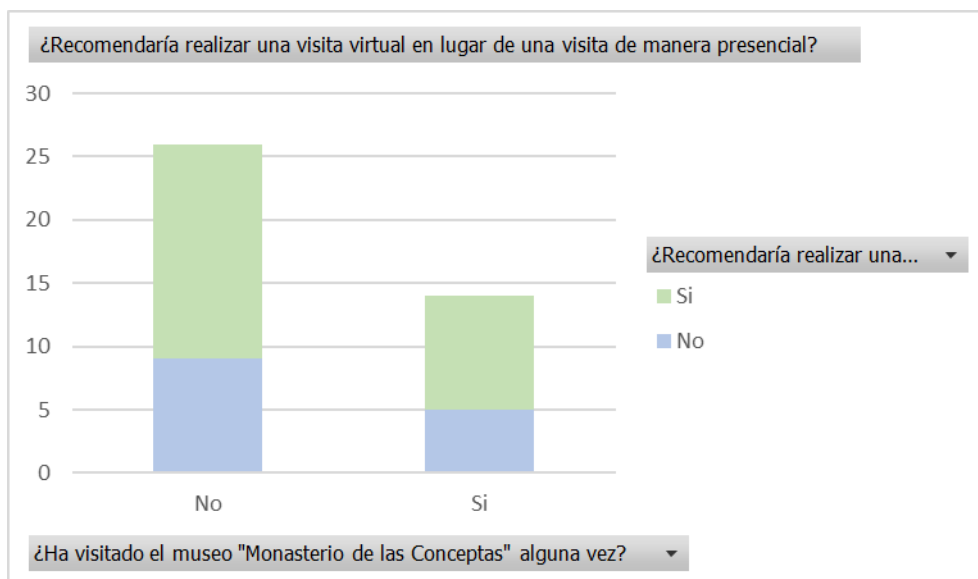


Figura 47: Resultados de Recomendaciones del usuario pregunta 2



Figura 48: Resultados de Recomendaciones del usuario pregunta 3



Al revisar las figuras: Figura 46, Figura 47, Figura 48, verificamos que los resultados indican una fuerte tendencia a recomendar la visita virtual (casi el 80% de los encuestados). Además, entre quienes han visitado el museo "Monasterio de las Conceptas" u otro museo de manera presencial, una mayoría significativa (63.9%) también preferiría realizar una visita virtual. Por otro parte casi el 90% de encuestados recomiendan que se amplíe el recorrido 360° a todas las salas del museo. Esto sugiere que hay una aceptación considerable de la visita virtual tanto en términos de recomendación como de preferencia personal.

Capítulo 6: Conclusiones y Trabajos Futuros

6.1. Conclusiones

6.1.1. Objetivo General

Como objetivo general se plantea: *Analizar, desarrollar e implementar un sistema informático que permita a las personas visitar un museo de manera virtual mediante un sistema de navegación 360°, con ayuda de un ChatBot con IA para dar recomendaciones de acuerdo a sus preferencias.*

El objetivo general de este proyecto ha sido exitosamente alcanzado, estableciendo un sistema informático integral que combina navegación virtual 360° con un ChatBot inteligente. Este sistema ha permitido a los usuarios experimentar una visita virtual inmersiva al Museo del Monasterio de las Conceptas, proporcionando una solución innovadora para la exploración cultural a distancia.

El sistema presenta los siguientes beneficios:

- i) Proporciona una plataforma accesible para la exploración cultural, ampliando el alcance del museo más allá de las visitas físicas.
- ii) Además, el uso de tecnologías avanzadas como la navegación 360° y el ChatBot con IA representa un avance significativo en la forma en que los museos pueden interactuar con su audiencia, haciendo que la experiencia cultural sea más inclusiva y personalizada.

En resumen, el proyecto ha logrado cumplir con su objetivo general al ofrecer una solución innovadora y efectiva para la visita virtual de museos. La combinación de navegación 360°, ChatBot con IA y recomendaciones personalizadas ha demostrado ser una herramienta valiosa para la exploración cultural en línea, con un impacto positivo en la accesibilidad y la experiencia del usuario. Los resultados obtenidos sientan una base sólida para futuras mejoras y ampliaciones del sistema, contribuyendo al avance en el campo de las visitas virtuales y la interacción digital en el ámbito cultural.

6.1.2. Objetivo Específico 1

El primer objetivo plantea: *Desarrollar e implementar un ChatBot con IA y un sistema de recomendaciones personalizadas como parte del sistema informático para visitas virtuales a museos, garantizando una experiencia interactiva y enriquecedora para los usuarios.*

Para describir mejor la conclusión de este objetivo se divide en 2 implementaciones:

i) Desarrollo e Implementación del Sistema Informático:

La implementación del sistema informático para la navegación virtual 360° del Museo del Monasterio de las Conceptionas ha logrado cumplir con los objetivos establecidos. El sistema permite a los usuarios visitar el museo de manera virtual desde cualquier lugar, proporcionándoles una experiencia muy semejante a una visita física y ofreciendo una visión completa de las obras de arte y exposiciones.

ii) Desarrollo e Implementación del ChatBot con IA:

El ChatBot con inteligencia artificial y recomendaciones personalizadas basadas en las preferencias de los usuarios ha logrado cumplir con los objetivos establecidos. El ChatBot ha sido capaz de adaptarse a las consultas de los usuarios y proporcionar recomendaciones contextualizadas.

6.1.3. Objetivo Específico 2

El segundo objetivo plantea: *Evaluar el rendimiento de diferentes modelos de aprendizaje para el ChatBot, analizando su capacidad para brindar respuestas precisas y relevantes a las consultas de los usuarios.*

La evaluación del rendimiento del ChatBot ha demostrado que los modelos de aprendizaje implementados tienen un desempeño satisfactorio en términos de precisión y relevancia. Los resultados obtenidos de las pruebas indican que el ChatBot es capaz de brindar respuestas útiles y dentro del contexto del museo, aunque todavía existen oportunidades para mejorar en términos de coherencia y tiempos de respuesta. Todos estos resultados evidencian que, aunque el sistema es funcional, existen áreas que permiten su optimización.

6.1.4. Objetivo Específico 3

El tercer objetivo plantea: *Realizar una evaluación de usabilidad del sistema informático propuesto, recopilando datos sobre la experiencia del usuario, la facilidad de navegación y la satisfacción general de los visitantes virtuales del museo.*

La evaluación de usabilidad del sistema demuestra que los usuarios encuentran la navegación 360° intuitiva y fácil de usar. La evaluación sobre la experiencia del usuario demuestra que los visitantes del museo virtual encuentran en el sistema facilidad de navegación y muy buena interacción con el ChatBot. Finalmente, también se han identificado algunas áreas en las que se deben aplicar mejoras en cuanto a la interacción y el diseño de la interfaz y con esto se podrían optimizar aún más la experiencia del usuario.

6.2. Trabajos Futuros

A partir de este trabajo de titulación, se plantean ciertas actividades y líneas de investigación futuras, las cuales se describen a continuación:

- Se recomienda investigar y aplicar técnicas avanzadas de modelado de lenguaje y gestión de contexto para mejorar la coherencia de las respuestas del ChatBot. La implementación de modelos de lenguaje más sofisticados y estrategias de diálogo contextualizadas podría contribuir a una experiencia más fluida y natural.
- Mejorar la interacción con el usuario. Para esto se debería optimizar los tiempos de respuesta del ChatBot explorando técnicas para análisis de cuellos de botella en el sistema y de rendimiento.
- Mejorar la experiencia de la visita virtual del museo mediante la incorporación de nuevos elementos interactivos como por ejemplo agregar una funcionalidad que permita a los usuarios utilizar el giroscopio de sus dispositivos móviles para una navegación más rápida y precisa.
- Actualmente, la plataforma permite la exploración de una selección limitada de salas del Museo del Monasterio de las Concepciones. Sin embargo, para ofrecer una experiencia completa y enriquecedora, es esencial expandir el recorrido virtual para incluir todas las salas y exhibiciones del museo.

Referencias

- Abdul-Kader, S. A., & Woods, J. (2015). Survey on chatbot design techniques in speech conversation systems. *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*
- Agudo, D., Barreto, C., Parra, O., & Granda, M. F. (2022). Metodología para la creación de aplicaciones de realidad extendida aplicada a. (*Tesis de Pregrado*). Universidad de Cuenca, Cuenca.
- Anne Frank House. (21 de Marzo de 2017). <https://www.annefrank.org/>. Obtenido de <https://www.annefrank.org/en/about-us/news-and-press/news/2017/3/21/anne-frank-house-launches-bot-messenger/>
- Augello, A., Pilato, G., & A. Machi, y. S. (2012). An approach to enhance chatbot semantic power and maintainability: experiences within the FRASI project. *Semantic Computing (ICSC)*, 186–193.
- Aws. (2023). <https://aws.amazon.com>. Obtenido de <https://aws.amazon.com/es/what-is/python/>
- Bassetti, L. (s.f.). lucasbassetti.com.br. Obtenido de <https://lucasbassetti.com.br/react-simple-chatbot/#/docs/chatbot>
- Bii, P. (2013). Chatbot technology: A possible means of unlocking student potential to learn how to learn. *Educ. Res.*, 218– 221.
- Brooke, J. (1996). SUS: A quick and dirty usability scale.
- Docker. (2023). <https://www.docker.com>. Obtenido de <https://www.docker.com/resources/what-container/>
- Escartín, E. (2000). *La realidad virtual, una tecnología educativa a nuestro alcance*. Obtenido de idus.us.es: <https://idus.us.es/handle/11441/45510>
- Espíndola, G. (2 de Marzo de 2023). [medium.com](https://gustavo-espindola.medium.com/qu%C3%A9-son-los-embeddings-y-c%C3%B3mo-se-utilizan-en-la-inteligencia-artificial-con-python-45b751ed86a5#:~:text=Los%20embeddings%20son%20una%20t%C3%A9cnica, lenguaje%20de%20manera%20m%C3%A1s%20efectiva). Obtenido de <https://gustavo-espindola.medium.com/qu%C3%A9-son-los-embeddings-y-c%C3%B3mo-se-utilizan-en-la-inteligencia-artificial-con-python-45b751ed86a5#:~:text=Los%20embeddings%20son%20una%20t%C3%A9cnica, lenguaje%20de%20manera%20m%C3%A1s%20efectiva>.
- García Fernández, M., & Velarde Bazán, C. M. (2021). Transformación digital en los museos públicos del Perú. *Saber Servir*, 15-16.
- García Peñalvo, F. J., Gil, A. B., Moreno García, M., & Curto, B. (2022). A Web-Based E-commerce Facilitator Intermediary for Small and Medium Enterprises: A B2B/B2C Hybrid Proposal. *Lecture Notes in Computer Science*, 47-56.
- Gorschek, T., Garre, P., Larsson, S., & Wohlin, C. (2006). A Model for Technology Transfer in Practice. *IEEE Software*.

GPT4ALL. (2023). *docs.gpt4all.io*. Obtenido de <https://docs.gpt4all.io/>

Hassan Montero, Y. (1 de Noviembre de 2022). *www.nosolousabilidad.com*. Obtenido de Introducción a la Usabilidad: https://www.nosolousabilidad.com/articulos/introduccion_usabilidad.htm

Hernández Hernández, V., & López Collazo, Z. S. (2021). Aplicaciones móviles educativas para el Patrimonio Cultural. *Revista Científico Pedagógica "Horizonte Pedagógico"*, 5.

Hinderks, A., Schrepp, M., & Thomaschewski, J. (s.f.). *www.ueq-online.org*. Obtenido de <https://www.ueq-online.org/>

Holmes, S. (2019). Usability Testing of a Healthcare Chatbot: Can We Use Conventional. *Proceedings of the 31st European Conference on Cognitive Ergonomics*, 207–214.

Jurafsky, D., & Martin, J. (2024). *Speech and Language Processing*. New Jersey: Prentice Hall.

Kushendriawan, M. A., Santoso, H., Hadi Putra, P., & Schrepp, M. (2021). Evaluating User Experience of a Mobile Health Application 'Halodoc' using User Experience Questionnaire and Usability Testing. *Jurnal Sistem Informasi*, 17(1):58-71.

Kvartalnyi, N. (1 de Noviembre de 2023). Obtenido de [inoxoft.com](https://inoxoft.com/blog/which-companies-use-nodejs-and-why-they-do-that/): <https://inoxoft.com/blog/which-companies-use-nodejs-and-why-they-do-that/>

LangChain. (2024). *python.langchain.com*. Obtenido de <https://python.langchain.com/v0.2/docs/introduction/>

Laugwitz, B., Held, T., & Schrepp, M. (Noviembre de 2018). *Construction and Evaluation of a User Experience Questionnaire*. https://doi.org/10.1007/978-3-540-89350-9_6.

Lewis, P., Perez, E., Piktus, A., Petroni, F., Karpukhin, V., Goyal, N., . . . Kiela, D. (2020). Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks. *Facebook AI Research*.

Lim, R., Wu, M., & Miller, L. (Diciembre14 de 2021). <https://openai.com>. Obtenido de Customizing GPT-3 for your application: <https://openai.com/blog/customizing-gpt-3>

Mall, S. (8 de Septiembre de 2023). *syndelltech.com*. Obtenido de <https://syndelltech.com/creating-chatbot-with-reactjs/>

Manning, C., Raghavan, P., & Schütze, H. (2008). *Introduction to Information Retrieval*. Cambridge University Press.

Neelakantan, A., Weng, L., Power, B., & Jang, J. (25 de Enero de 2022). <https://openai.com>. Obtenido de <https://openai.com/blog/introducing-text-and-code-embeddings>

Nodejs. (2023). <https://nodejs.org>. Obtenido de <https://nodejs.org/en/learn/getting-started/introduction-to-nodejs>

- OpenAI. (21 de Septiembre de 2022). *openai.com*. Obtenido de <https://openai.com/research/whisper>
- OpenAI. (2024). *openai.com*. Obtenido de <https://platform.openai.com/docs/models/overview>
- Petroff, M. (s.f.). *pannillum.org*. Obtenido de <https://pannillum.org/documentation/overview/>
- Pilligua Guerrero, E. S., & Mero Jara, F. L. (2022). *Desarrollo de un prototipo de chatbot interactivo utilizando plataformas open source de inteligencia artificial (IA) para brindar información turística de la Ciudad de Guayaquil*. Obtenido de repositorio.ug.edu.ec: <https://repositorio.ug.edu.ec/items/438a9f9b-80b5-4132-8187-ba615c23f79b>
- PostgreSQL. (Noviembre de 2023). *www.postgresql.org*. Obtenido de <https://www.postgresql.org/about/>
- Radford, A., Wook Kim, J., Xu, T., Brockman, G., McLeavey, C., & Sutskever, I. (s.f.). <https://cdn.openai.com>. Obtenido de Robust Speech Recognition via Large-Scale Weak Supervision: <https://cdn.openai.com/papers/whisper.pdf>
- React. (2023). <https://es.react.dev>. Obtenido de <https://es.react.dev/learn/describing-the-ui>
- Rouhiainen, L. (2018). *Inteligencia artificial 101 cosas que debes saber hoy sobre nuestro futuro*. Barcelona: Planeta S.A.
- Saavedra, J. A. (17 de Julio de 2023). Obtenido de ebac.mx: <https://ebac.mx/blog/que-es-react>
- Scientest, D. (13 de Diciembre de 2023). *datascientest.com*. Obtenido de <https://datascientest.com/es/machine-learning-definicion-funcionamiento-usos>
- Tejerina, M. E. (2022). Análisis cronológico de opinión en diarios utilizando extracción de tópicos y word-embeddings. (*Trabajo Especial de la carrera Licenciatura en Ciencias*). Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba.
- Tsitseklis, K., Stavropoulou, G., Zafeiropoulos, A., Thanou, A., & Papavassiliou, S. (2023). RECBOT: Virtual Museum navigation through a Chatbot assistant.
- Wohlin, C., Runeson, P., Host, M., Ohlsson, M., Regnell, B., & Wesslen, A. (2012). *Experimentation in Software Engineering*. Springer.
- Zaiane, O. R. (2002). Building a recommender agent for e-learning systems. Proceedings - International Conference on Computers in Education. *ICCE 2002*, 55-59.

Anexos

Anexo A: Convenio de cooperación interinstitucional



CONVENIO ESPECÍFICO DE COOPERACIÓN INTERINSTITUCIONAL ENTRE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA Y LA FUNDACIÓN MUSEO DE LAS CONCEPTAS

INTERVINIENTES

Comparecen a la celebración del presente Convenio Específico, por una parte, la **Universidad de Cuenca** debidamente representada por la Arquitecta **María Augusta Hermida**, PhD en su calidad de **Rectora**, a quien en adelante y para efectos de este instrumento se le denominará “UCuenca”; y por otra parte la Fundación Museo de las Conceptas, legalmente representada por la Doctora Mónica María Teresa Muñoz Carrasco parte a la cual para efectos de este instrumento se denominará “Fundación Museo de las Conceptas”.

CLAÚSULA PRIMERA. - ANTECEDENTES:

1.1. La Universidad De Cuenca

La Universidad de Cuenca, es una institución pública de Educación Superior, que fue creada por Decreto Legislativo expedido por el Senado y la Cámara de Diputados del Ecuador, reunidos en Congreso el 15 de octubre de 1867, y sancionado por el Presidente de la República el 18 del mismo mes y año.

La Universidad de Cuenca es una comunidad académica, con personería jurídica propia, autonomía académica, administrativa, financiera y orgánica, de derecho público, de carácter laico, sin fines de lucro, pluralista y abierta a todas las corrientes y formas del pensamiento universal, financiada por el Estado y forma parte del Sistema de Educación Superior del Ecuador.

Es una universidad pública de docencia e investigación, cuya misión es formar investigadores y profesionales comprometidos con una sociedad justa, diversa y sostenible, dispuestos a ser agentes de transformación. La Universidad fundamenta en la calidad académica, en la creatividad y en la innovación, su capacidad para responder a los retos científicos y humanos de la época y cumplir su compromiso en la construcción de una sociedad regional, nacional e internacional equitativa, solidaria y eficiente.

1.2. La Institución Fundación Museo de las Conceptas

La Fundación Museo de las Conceptas es una persona jurídica de derecho privado, regulada por las disposiciones del título XXX del libro I del código civil y tiene su propio patrimonio. Son fines específicos del Museo: Difundir la cultura tradicional de Cuenca y del Azuay, impulsar el conocimiento del arte colonial, cooperar con otras manifestaciones culturales compatibles con su carácter; promover las investigaciones sobre la cultura



tradicional de Cuenca y el Azuay, especialmente en el campo del arte colonial; fomentar el cuidado y protección de los bienes patrimoniales y culturales y de las obras artísticas en general; propiciar y apoyar actividades artísticas y culturales en Cuenca y el Azuay.

1.3. Fundamentos Legales

El artículo 226 de la Constitución de la República del Ecuador, dispone: *“Las instituciones del Estado, sus organismos, dependencias, las servidoras o servidores públicos y las personas que actúen en virtud de una potestad estatal ejercerán solamente las competencias y facultades que les sean atribuidas en la Constitución y la ley. Tendrán el deber de coordinar acciones para el cumplimiento de sus fines y hacer efectivo el goce y ejercicio de los derechos reconocidos en la Constitución”*.

1.4. Convenio Marco:

En fecha 25 de enero de 2023, la Universidad de Cuenca y la Fundación Museo de las Conceptas suscribieron un convenio marco de cooperación, con el objeto de establecer la base formal de cooperación, para fomentar, formular, y desarrollar actividades y proyectos conjuntos.

1.5. Antecedentes que motivan el objeto del presente convenio:

Es de interés de las dos instituciones desarrollar proyectos y programas cuya finalidad es posibilitar la difusión de las obras y manifestaciones culturales que se exhiben en el Museo, utilizando las nuevas tecnologías, que resulten en productos más atractivos para el público.

En días pasados se realizó una reunión en la que estuvieron presentes las siguientes personas por parte de la Fundación Museo de las Conceptas: Dra. Mónica Muñoz Carrasco, mientras que por la Universidad de Cuenca estuvieron: el estudiante Rommel Javier Chocho Rivas y el Ing. Otto Parra González, PhD.

En dicha reunión se acordó que se desarrollará el proyecto “Sistema de Navegación Virtual 360° para el museo de las Conceptas con la ayuda de un asistente de Chatbot con IA y Recomendaciones Personalizadas”, en este sistema se cubrirá diez piezas distribuidas en las diferentes salas del Museo de las Conceptas. Cabe indicar que este proyecto se desarrollará en la modalidad de trabajo de graduación del estudiante Rommel Javier Chocho Rivas, de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cuenca.

La Ing. María Fernanda Granda, PhD será la directora del trabajo de titulación y el Ing. Otto Parra González, PhD será el co-director.

CLAÚSULA SEGUNDA. - OBJETO:

El presente convenio específico tiene por objeto llevar a cabo la cooperación entre la UCuenca, y la Fundación Museo de las Conceptas, para desarrollar un Sistema de Navegación Virtual 360° para el museo de las Conceptas con la ayuda de un asistente de Chatbot con IA y Recomendaciones Personalizadas.



CLÁUSULA TERCERA. – COMPROMISOS CONJUNTOS:

Ambas instituciones acuerdan cooperar en las siguientes áreas, de acuerdo con sus propias normas y regulaciones:

CLÁUSULA CUARTA. – OBLIGACIONES:

Para el cumplimiento del objeto de convenio, las partes se comprometen a:

4.1. Compromisos de la Universidad de Cuenca:

- Cumplir con la ejecución de este Convenio, de acuerdo a las obligaciones y cronograma establecidos.
- Desarrollar un Sistema de Navegación Virtual 360° para el museo de las Conceptas con la ayuda de un asistente de Chatbot con IA y Recomendaciones Personalizadas.

4.2. Compromisos de la Fundación Museo de las Conceptas:

- Cumplir con la ejecución de este Convenio, de acuerdo a las obligaciones y cronograma establecidos.
- Facilitar la información requerida para el desarrollo del software
- Designar una persona responsable de la entrega de la información y de la verificación del avance del proyecto.

CLÁUSULA QUINTA. –EROGACIONES ECONÓMICAS:

El presente convenio por sí solo, no genera obligaciones o compromisos presupuestarios para ninguna de las partes. En caso de acordarse acciones que impliquen algún gasto, las partes podrán suscribir acuerdos específicos, previa certificación de la disponibilidad de fondos para los casos que sean requeridos.

CLÁUSULA SEXTA. - DURACIÓN Y PRÓRROGA:

El presente convenio tendrá una duración de 1 AÑO, contados a partir de su perfeccionamiento; y, podrá ser ampliado por escrito, de acuerdo a los intereses de las dos instituciones.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - MODIFICACIONES:

De común acuerdo las partes podrán modificar o ampliar los términos del presente convenio específico mediante la suscripción del instrumento jurídico respectivo.

CLÁUSULA OCTAVA. - CAUSAS DE TERMINACIÓN:

El presente convenio específico termina por:

- Vencimiento del plazo;
- Mutuo acuerdo;
- Incumplimiento de las partes;
- Por fuerza mayor.



En los casos de los literales c) y d) se comunicará a la contraparte con treinta (30) días de anticipación, mediante comunicación escrita explicativas de las causales de la decisión.

La terminación del convenio no libera a las partes del cumplimiento de las obligaciones que se hubieren generado hasta el momento de la terminación del mismo.

CLÁUSULA NOVENA. - ACTA DE TERMINACIÓN Y LIQUIDACIÓN:

Para la elaboración del Acta de Cierre y de liquidación del convenio, se deberá adjuntar el informe técnico de cumplimiento del objeto y de las obligaciones, con los documentos de respaldo que correspondan;

El acta contendrá antecedentes, forma de terminación, de ser el caso liquidación económica, de plazos, cumplimiento de obligaciones, del objeto general y objetivos específicos y toda información que las partes consideren relevante.

CLÁUSULA DÉCIMA.- RECIPROCIDAD Y PROPIEDAD INTELECTUAL:

Las partes del Convenio específico se comprometen a reconocer a la otra, sus contribuciones para la ejecución de las actividades pactadas, en las publicaciones, informes, material informativo, mensajes y cualquier otro medio de difusión de estas actividades.

Las partes se comprometen a mantener la debida reserva y lo más altos estándares de confidencialidad con respecto a la información institucional que se intercambie en el marco del presente convenio específico.

Las partes, podrán divulgar los resultados fruto del presente convenio específico, siempre citando la autoría y colaboración de la otra parte, así como de sus investigadores.

La propiedad intelectual que se derive de los trabajos realizados con motivo de este convenio específico corresponde a la parte que los genere y estará sujeta a las disposiciones legales aplicables y a los instrumentos específicos que sobre el particular suscriban las partes, otorgando el reconocimiento correspondiente a quienes hayan intervenido en la ejecución de dichos trabajos.

Las PARTES determinarán por escrito y en cada caso la forma en que se reconocerán los derechos de autor y la participación de ambas instituciones. En todo caso, referente a estas materias se observará lo que al respecto suponen los convenios y tratados internacionales que se hallen vigentes para el Ecuador.

CLÁUSULA DÉCIMA PRIMERA. – ADMINISTRADORES:

6.1. El responsable institucional de parte de la Universidad de Cuenca es Ing. María Fernanda Granda Juca PhD, con correo electrónico fernanda.granda@ucuenca.edu.ec, para la coordinación interinstitucional como responsable y administrador del presente convenio.



6.2. La Institución Fundación Museo de las Conceptas designa a la Dra. Mónica Muñoz Carrasco con correo electrónico museoconceptas.mmunoz@hotmail.com para la Coordinación Interinstitucional como responsable y administrador del presente convenio.

6.3. Los administradores de cada entidad cooperante, tienen las siguientes obligaciones:

- Supervisar y velar por la ejecución del objeto del Convenio, para lo cual podrán hacer reuniones periódicas, a fin de disponer lo necesario para el cumplimiento de las actividades en las fechas señaladas.
- Efectuar una evaluación general semestral sobre el avance del Convenio, el mismo que deberá ser notificado a sus autoridades.
- Realizar recomendaciones a sus autoridades sobre aspectos o actividades no contempladas en el presente instrumento y que consideren necesarias para su coordinación, ejecución, seguimiento y evaluación.
- Emitir un Informe Técnico de Actividades finales para el cierre del Convenio o para su renovación, con la recomendación expresa que corresponda.

CLÁUSULA DÉCIMA SEGUNDA. - RELACIÓN Y COMUNICACIÓN ENTRE LAS PARTES:

Para mantener adecuada relación y comunicación entre las PARTES, éstas designan a los siguientes funcionarios para la coordinación, desarrollo y objetivos del presente convenio:

- **POR LA FUNDACIÓN MUSEO DE LAS CONCEPTAS:**
Nombres y Apellidos: Dra. Mónica María Teresa Muñoz Carrasco
Cargo: Directora del Museo de las Conceptas
Correo electrónico: museoconceptas.mmunoz@hotmail.com
Teléfono: 0993235918
Dirección: Hno. Miguel 6-33 y Juan Jaramillo
- **POR LA UCUENCA:**
Nombres y Apellidos: Ing. María Fernanda Granda J., PhD
Cargo: Docente Directora del Trabajo de Titulación
Correo electrónico: femanda.granda@ucuenca.edu.ec
Teléfono: 4051000 ext .2369
Dirección: Av. General Escandón, campus Balzay

CLÁUSULA DÉCIMA TERCERA- SOLUCIÓN DE CONTROVERSIAS, JURISDICCION Y TRAMITE:

En caso de surgir controversias las partes se comprometen a resolverlas en forma directa dentro del ámbito administrativo, a través de las instancias jerárquicas que correspondan.

De no llegarse a un acuerdo, toda diferencia o controversia relativa a este convenio y a su ejecución, liquidación e interpretación, las partes se someterán al procedimiento de mediación en el Centro de Mediación de la Procuraduría General del Estado, conforme a la Ley de Arbitraje y Mediación y al reglamento interno del Centro.



CLÁUSULA DÉCIMA CUARTA. - DOCUMENTOS HABILITANTES:

- Convenio Marco de Cooperación Interinstitucional entre la Universidad de Cuenca y la Fundación Museo de las Conceptas.
- Nombramiento como Rectora de la Universidad de Cuenca.
- Nombramiento como Directora de la Fundación Museo de las Conceptas.

CLÁUSULA DÉCIMA QUINTA. - RATIFICACIÓN Y ACEPTACIÓN:

Las partes se ratifican en todas y cada una de las cláusulas del presente convenio específico por así convenir a los intereses que representan.

Para constancia y fe de aceptación suscriben el presente convenio específico, en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad Cuenca, 31 de Agosto de 2023.

MONICA MARIA
TERESA MUNOZ
CARRASCO

Firmado digitalmente por
MONICA MARIA TERESA
MUNOZ CARRASCO
Fecha: 2023.09.29 15:23:41
+05'00'

Dra. Mónica Muñoz Carrasco
Directora

Fundación Museo de las Conceptas



Firmado digitalmente por:
MARIA AUGUSTA
HERMIDA PALACIOS

Arq. María Augusta Hermida, PhD.
Rectora

Universidad de Cuenca

Anexo B: Entrevista a la directora del Museo Las Conceptas

MUSEO DEL MONASTERIO DE LAS CONCEPTAS

Ambiente físico

- ¿El museo posee un equipo, servidor o algo parecido en donde se alojará el sistema?

No se dispone de un servidor propio del museo.

El sistema se levantará en un VPS sobre la nube.

- ¿Dónde está el equipo que el sistema necesita para funcionar?

No se dispone de un servidor propio del museo.

- ¿Existe una localización o varias?

No se dispone de un servidor propio del museo.

Interfaces

- ¿La entrada proviene de uno o más sistemas?

La información no proviene de otro sistema. La información se toma de archivos de Excel, Word, Libros en formato PDF.

- ¿La salida va a uno o más sistemas?

La salida va directa hacia el usuario final, no va a ningún sistema.

- ¿Existe una manera preestablecida en que deben formatearse los datos?

Existe un protocolo de inventario que se encuentra entre los archivos PDF revisados. Aquí se presenta la información necesaria de cada pieza.

Usuarios y factores humanos

- ¿Quién usará el sistema?

- Administrador del sistema
- Administrador del museo
- Empleados del museo
- Usuarios en general

- ¿Habrá varios tipos de usuario?

Si, los diferentes tipos de usuario serán los siguientes:

- Administrador: Este usuario será considerado como el super administrador y tendrá acceso a toda la información del sistema.

- Manager: Tendrá acceso a todos los menús disponibles del sistema.
- Reportes: Tendrá acceso a menú de reportes, inicio, visita 360° y perfil.
- Usuarios Generales: Tendrán acceso al menú de inicio, visita 360° y perfil.

• **¿Cuál es el nivel de habilidad de cada tipo de usuario?**

- Manager: Conocimiento básico de informática y conocimiento del museo y exhaustivo de la colección.
- Reportes: Conocimiento básico de informática y conocimiento del museo y exhaustivo de la colección.
- Usuario General: Conocimiento básico de informática.

• **¿Qué clase de entrenamiento requerirá cada tipo de usuario?**

- Manager: Se brindará capacitación para el manejo del sistema.
- Reportes: Se brindará capacitación para el manejo del sistema.
- Usuario General: El sistema deberá ser intuitivo y amigable por lo que los usuarios generales no necesitarán ningún entrenamiento.

• **¿Cuán fácil le será al usuario comprender y utilizar el sistema?**

El sistema deberá ser fácil y amigable para el usuario.

• **¿Cuán difícil le resultará al usuario hacer uso indebido del sistema?**

El sistema deberá tener todas las validaciones necesarias para que por errores del usuario no se afecte el sistema o información del sistema.

Funcionalidad

• **¿Qué hará el sistema?**

- El sistema deberá permitir ingresar si y solo si se tiene un usuario y contraseña.
- El sistema deberá permitir registrarse al sistema y crear sus credenciales de inicio de sesión.
- El sistema permite el registro mediante una cuenta de Google.
- El sistema permitirá que cada usuario tenga roles diferentes y pueda acceder a diferentes menús según su rol.
- El primer ítem del menú debe contener la página de inicio en donde el usuario logueado puede dejar sus comentarios, escoger una puntuación y además podrá leer información del museo.
- El segundo ítem del menú debe contener la página con la visita 360° de una de las salas del museo. Además, debe contener el ChatBot que nos permitirá realizarle preguntas con texto o audio y además nos brindará recomendaciones según nuestras visitas o preguntas.

- El tercer ítem del menú debe contener la página del perfil del usuario en donde se podrán modificar los datos principales como nombre, password, año de nacimiento, nacionalidad.
- El cuarto ítem del menú debe contener la página de administración, en donde se tendrán las listas de usuarios, piezas de arte y comentarios. Aquí se podrán crear, modificar y eliminar usuarios y piezas de arte del museo. Además, se podrá elegir que comentarios se mostrarán en la pantalla principal.
- El quinto ítem del menú debe contener la página de reportes, en donde se mostrarán historial de visitas, piezas más visitadas, etc.
- El sexto ítem del menú permitirá salir del sistema y terminar la sesión.

- **¿Cuándo lo hará?**

El sistema estará en línea y disponible las 24 horas del día.

- **¿Existen varios modos de operación?**

El sistema tendrá varios modos de operación dependiendo del rol que el usuario disponga, por ejemplo, un usuario general o un administrador.

- **¿Cómo y cuándo puede cambiarse o mejorarse un sistema?**

El proyecto se podrá mejorar solamente durante la duración del proyecto de Tesis, luego de eso se tomará como un proyecto nuevo.

Documentación

- **¿Cuánta documentación se requiere?**

Se necesita la siguiente documentación:

- Manual de usuario.
- Manual técnico.

- **¿Debe estar en línea, en papel o en ambos?**

Los manuales deben ser digitales y también estar en papel.

- **¿A qué audiencia está orientado cada tipo de información?**

La información está abierta a todas las personas que tengan interés en el museo las Conceptas.

Datos

- **¿Cuál será el formato de los datos, tanto para la entrada como para la salida?**

Para la entrada de datos e información de las piezas de arte se propone un archivo de Excel con un formato preestablecido.

- **¿Cuán a menudo serán recibidos o enviados?**

Los datos serán recibidos si existen modificaciones en la colección o si agregan piezas a la misma.

- **¿Cuán exactos deben ser?**

Los datos deben ser muy exactos ya que será la información que se le presente al usuario y la información que responderá el ChatBot.

- **¿Con qué grado de precisión deben hacerse los cálculos?**

Los reportes deben tener la información precisa y los cálculos deben ser muy precisos.

Recursos

- **¿Qué recursos materiales, personales o de otro tipo se requieren para construir, utilizar y mantener el sistema?**

Los recursos necesarios son los siguientes:

- 3 personas (personal del museo) para utilizar el sistema
- 1 persona (desarrollador) para construir y mantener el sistema.

- **¿Cuánto espacio físico será ocupado por el sistema?**

No se necesita espacio físico

- **¿Existe un cronograma prescrito para el desarrollo?**

Si existe, el cronograma se presentó en la denuncia del tema de tesis.

Seguridad

- **¿Debe controlarse el acceso al sistema o a la información?**

Si, se debe controlar el acceso al sistema para la cual se requiere que exista login para usuarios y para que estos puedan ingresar al sistema.

- **¿Cómo se podrán aislar los datos de un usuario de los de otros?**

Existen roles para cada usuario con diferentes tipos de accesos a diferentes menús. Toda la información que se modifique quedará registrada.

Aseguramiento de la calidad

- **¿Cuáles son los requerimientos para la confiabilidad, disponibilidad, facilidad de mantenimiento, seguridad y demás atributos de calidad?**

- Portabilidad: El sistema debe funcionar en navegadores web como: Google Chrome, Mozilla Firefox y Safari. Además, debe ser compatible con múltiples dispositivos como tablets y celulares.
- El sistema debe ser capaz de ser ampliado mediante la adición de nuevos módulos sin afectar el rendimiento del sistema existente, es decir debe ser escalable.
- El sistema debe estar disponible las 24 horas del día, con un tiempo de inactividad mínimo.
- El sistema debe permitir autenticación y autorización por roles para controlar el acceso a las diferentes opciones e información de la aplicación.
- El sistema debe presentar interfaces gráficas fáciles, intuitivas y así permita que la interacción con el usuario sea bastante amigable.

• **¿Existe un tiempo máximo permitido para la recuperación del sistema después de una falla?**

El tiempo máximo será de 30 minutos

• **¿El mantenimiento corregirá los errores, o incluirá también el mejoramiento del sistema?**

El mantenimiento solo corregirá errores, el mejoramiento del sistema será considerado como un nuevo proyecto o un ajuste al mismo.

MONICA MARIA
TERESA MUNOZ
CARRASCO

Firmado digitalmente
por MONICA MARIA
TERESA MUNOZ
CARRASCO
Fecha: 2024.02.22
12:56:47 -05'00'
Dra. Mónica Muñoz

Directora del Museo del Monasterio de las Conceptas



Sistema de Navegación Virtual 360° para un museo con la ayuda de un asistente de ChatBot con IA y Recomendaciones Personalizadas.

Manual Técnico
Versión: 1.0
Fecha de Publicación: junio 2024

Rommel Javier Chocho Rivas

Contenido

1. Introducción	3
2. Objetivo.....	3
3. Entorno de Desarrollo	3
3.1 Tecnologías Utilizadas.....	3
3.2. Estructura del Código Fuente.....	3
3.3.4. ChatBot	5
4. Arquitectura del Sistema	6
4.1. Arquitectura Principal	6
4.2 Esquema de base de Datos	6
5. Requisitos del Sistema.....	7
5.1. Hardware	7
5.2. Software.....	7
5.3. Red y Seguridad	7
6. Despliegue de la Aplicación	7
6.1. Instalación de software necesario	7
6.1.1. Git	7
6.1.2. Docker.....	8
6.1.3. Docker Compose.....	8
6.1.4. Nginx.....	8
6.1.5. Carpetas principales.....	8
6.2. Creación de Contenedores Docker	8
6.2.1. Docker para Front-End.....	8
6.2.2. Docker para Back-End	9
6.2.3. Docker para Back-Process.....	9
6.2.4. Docker para Base.....	10
6.3. Configuración del Servidor	10
6.3.1 Configuración Base de Datos	10
6.3.2. Configuración Nginx	11
6.3.2. Configuración Docker Compose.....	12
7. Comandos importantes para el control y mantenimiento de la aplicación.....	14
7.1. Nginx.....	14
7.2. Docker	14
7.3. Docker Compose	14

Rommel Javier Chocho Rivas

UCUENCA

1. Introducción

El Sistema de Navegación Virtual 360° para un museo con la ayuda de un asistente de ChatBot con IA y Recomendaciones Personalizadas tiene como objetivo mejorar la experiencia de los visitantes mediante visitas virtuales y asistencia mediante inteligencia artificial. El sistema está desarrollado utilizando React para el Frontend, Node.js y Python para el Backend, OpenAI para el ChatBot y PostgreSQL para la base de datos.

2. Objetivo

Proveer una guía detallada para la instalación, configuración, operación y mantenimiento del sistema.

3. Entorno de Desarrollo

3.1 Tecnologías Utilizadas

- Frontend

- **React:** Biblioteca de JavaScript para construir interfaces de usuario interactivas.
- **React-Simple-ChatBot:** Componente JavaScript de un ChatBot
- **CSS:** Hojas de estilo en cascada para el diseño y presentación del Frontend.

- Backend

- **Node.js:** Entorno de ejecución para JavaScript en el servidor.
- **Express.js:** Framework web para Node.js para manejar rutas y middleware.
- **Python:** Lenguaje de programación utilizado para la lógica del ChatBot.
- **JWT:** Librería para manejar la securización de la aplicación.

- ChatBot

- **OpenAI:** API de inteligencia artificial para manejar las interacciones del ChatBot.

- Base de Datos

- **PostgreSQL:** Sistema de gestión de bases de datos relacional.

- Contenedorización

- **Docker:** Plataforma para desarrollar, enviar y ejecutar aplicaciones en contenedores.
- **Docker Compose:** Herramienta para definir y ejecutar aplicaciones Docker con múltiples contenedores.

- Servidor Web

- **Nginx:** Servidor web y proxy inverso para manejar las solicitudes HTTP y HTTPS.

Otros

- **Git:** Sistema de control de versiones para el manejo del código fuente.
- **Visual Studio Code:** Herramienta para editar código fuente.

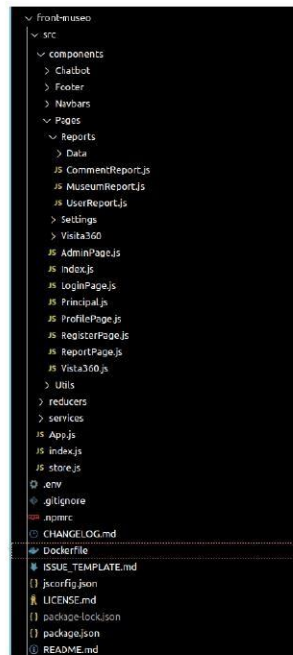
3.2. Estructura del Código Fuente

3.2.1. Frontend

Este proyecto se encuentra en <https://github.com/javierommel/Tesis-FrontEnd.git>

Figura 1: Estructura de código para Frontend

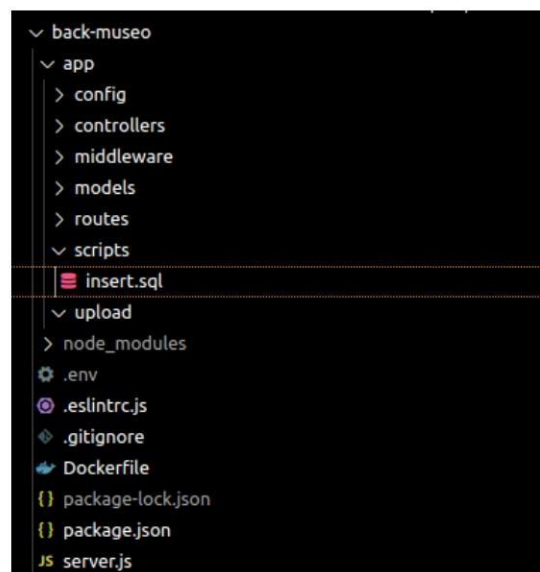
Rommel Javier Chocho Rivas



3.2.2. BackEnd

Este proyecto se encuentra en <https://github.com/javierommel/Tesis-BackEnd.git>

Figura 2: Estructura de código para Backend

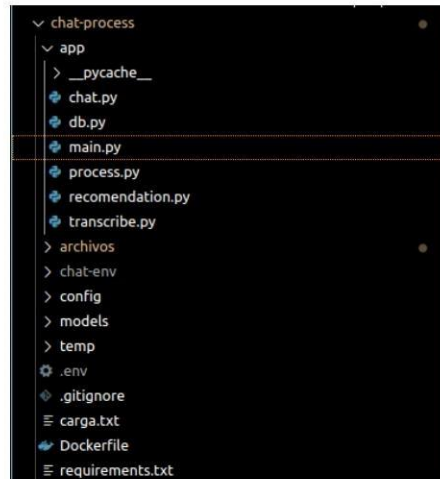


Rommel Javier Chocho Rivas

3.3.3 Back-Process

Este proyecto se encuentra en <https://github.com/javierommel/Tesis-Process.git>

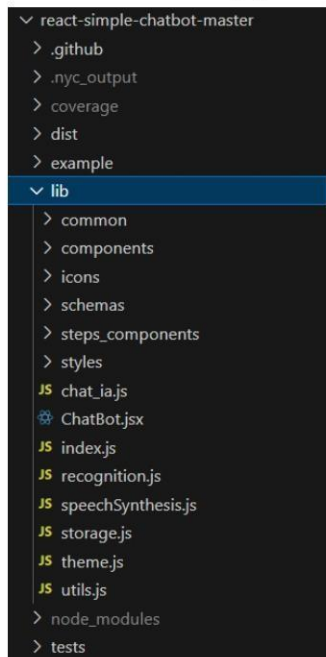
Figura 3: Estructura de código para Process



3.3.4. ChatBot

Este proyecto se encuentra en <https://github.com/javierommel/Tesis-ChatBot.git>

Figura 4: Estructura de código para ChatBot



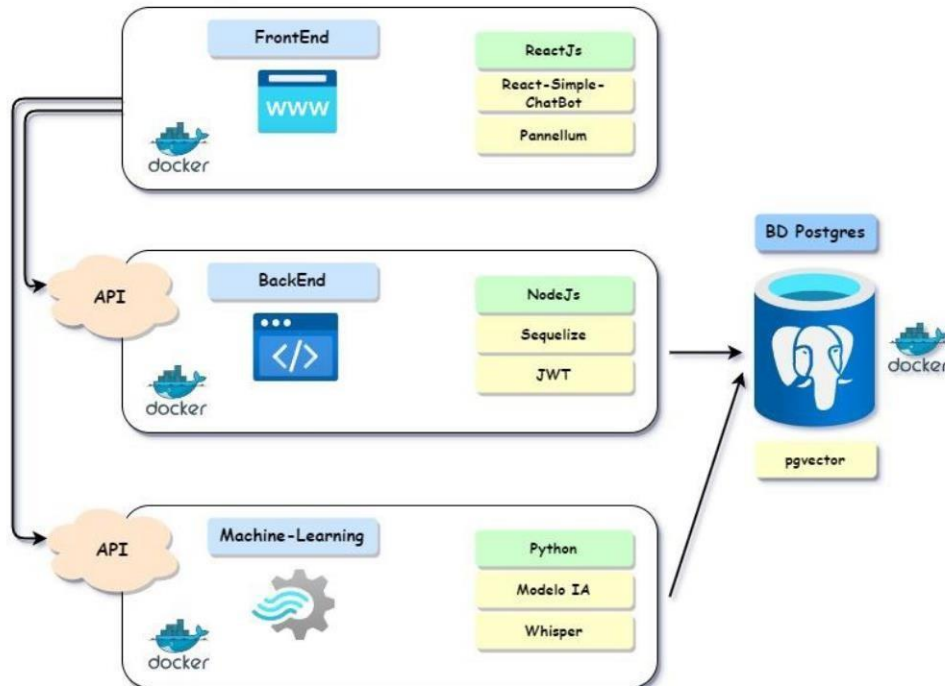
Rommel Javier Chocho Rivas

UCUENCA

4. Arquitectura del Sistema

4.1. Arquitectura Principal

Figura 5: Arquitectura del Sistema



La arquitectura general del sistema está conformada por 3 capas:

- La primera es la capa de presentación a la cual llamamos Frontend.
- La segunda es la capa de servicio en donde se realizará toda la implementación de las reglas que nos pide el negocio. Aquí se tienen los siguientes componentes:
 - El primer componente es el Backend, en la cual se realizan todos los procesos concernientes al manejo de los datos almacenados en nuestra base de datos, mantenimientos de usuarios y piezas de arte.
 - El segundo componente es el de Machine Learning que utilizará Python como tecnología principal, en el cual se realizarán todos los procesos concernientes al entrenamiento de datos, transcripción de voz a texto y procesamiento de respuestas del ChatBot.
- La tercera capa contiene toda la información y la misma se almacenará en una base de datos PostgreSQL.

Cada una de estas capas se implementarán sobre un contenedor de la tecnología Docker, lo que permitirá facilidad en trasportación, instalación y actualización de las diferentes tecnologías utilizadas en cada capa.

4.2 Esquema de base de Datos

A continuación, se presenta el esquema de la base de datos y todas las tablas usadas en el sistema:

Rommel Javier Chocho Rivas

La parte principal es el aquella que contiene usuarios, piezas, comentarios, etc. Es decir, el esquema de la aplicación web como tal.

[illegible]

Rommel Javier Chocho Rivas

UCUENCA

> git --versión //Verificamos la instalación

6.1.2. Docker

```
> sudo apt update
> sudo apt install apt-transport-https ca-certificates curl software-properties-common
> sudo curl -fsSL https://download.docker.com/linux/ubuntu/gpg | sudo apt-key add -
> sudo add-apt-repository "deb [arch=amd64] https://download.docker.com/linux/ubuntu $(lsb_release -cs)
stable"
> sudo apt update
> sudo apt install docker-ce docker-ce-cli containerd.io
> docker --version //Verificamos la instalación
```

6.1.3. Docker Compose

```
> sudo apt update
> sudo curl -L "https://github.com/docker/compose/releases/latest/download/docker-compose-$(uname -s)-
$(uname -m)" -o /usr/local/bin/docker-compose
> sudo chmod +x /usr/local/bin/docker-compose
> docker-compose --version //Verificamos la instalación
```

6.1.4. Nginx

```
> sudo apt update
> sudo apt install nginx
> sudo systemctl status nginx //Verificar el estado de nginx
```

6.1.5. Carpetas principales

```
> cd /home/{usuario}
> mkdir fuentes //Crear carpeta para fuentes
> mkdir museo //Crear carpeta para archivos de configuración
```

6.2. Creación de Contenedores Docker

- Existen dos formas que se utilizan para la creación de los contenedores y esto depende de las características del servidor donde se aloja la aplicación: i) Descargar fuentes y crear contenedores desde el servidor. ii) Descargar fuentes y crear contenedores de forma local y luego copiarlas y cargarlas en el servidor.
- Todo lo que está dentro de {} debe ser reemplazado por las ubicaciones y configuraciones según sea caso.
- El signo ** indica que se ejecuta el comando si y solo si las fuentes no se descargan directamente en el servidor sino de forma local.
- Ejecutar la siguiente sentencia para ubicarse en la carpeta para descargar las fuentes:
> cd /home/{usuario}/fuentes

6.2.1. Docker para Front-End

```
> git clone https://github.com/javierommel/Tesis-FrontEnd.git //Clonar repositorio de forma local
> cd /front-museo
> docker build -t front-museo . //Crear imagen Docker
** docker save -o front-museo.tar front-museo:latest //Comprimir imagen Docker para poder transportarla
** scp front-museo.tar {usuario}@{nombre_servidor}:/home/{usuario} //Copiar imagen comprimida al servidor
// Los siguientes comandos se aplican dentro del servidor.
** cd /home/{usuario}
** docker load -i front-museo.tar //Cargar imagen Docker al servidor
```

Rommel Javier Chocho Rivas

UCUENCA

```
** rm -r front-museo.tar //Borrar imagen comprimida
```

Figura 7: Dockerfile para Frontend

```
front-museo > Dockerfile
1 FROM node:18-alpine
2
3 WORKDIR /app
4
5 COPY package.json .
6
7 RUN npm install --force --legacy-peer-deps
8
9 COPY . .
10
11 EXPOSE 3000
12
13 CMD ["npm", "start"]
```

6.2.2. Docker para Back-End

```
> git clone https://github.com/javierommel/Tesis-BackEnd.git //Clonar repositorio de forma local
> scp {carpeta-de-fuentes}/Tesis-BackEnd/respaldo/museo.sql
{usuario}@{nombre_servidor}:/home/{usuario}
> cd /back-museo
> docker build -t back-museo . //Crear imagen Docker
** docker save -o back-museo.tar back-museo:latest //Comprimir imagen Docker para poder transportarla
** scp back-museo.tar {usuario}@{nombre_servidor}:/home/{usuario} //Copiar imagen comprimida al
servidor
// Los siguientes comandos se aplican dentro del servidor.
** cd /home/{usuario}
** docker load -i back-museo.tar //Cargar imagen Docker al servidor
** rm -r back-museo.tar //Borrar imagen comprimida
```

Figura 8: Dockerfile para Backend

```
back-museo > Dockerfile
1 FROM node:18-alpine
2
3 WORKDIR /app
4
5 COPY package.json .
6
7 RUN npm install
8
9 COPY . .
10
11 CMD ["npm", "start"]
```

6.2.3. Docker para Back-Process

```
> git clone https://github.com/javierommel/Tesis-Process.git //Clonar repositorio de forma local
> cd /process-museo
> docker build -t process-museo . //Crear imagen Docker
```

Rommel Javier Chocho Rivas

UCUENCA

```

** docker save -o process-museo.tar process-museo:latest //Comprimir imagen Docker para poder
transportarla

** scp process-museo.tar {usuario}@{nombre_servidor}:/home/{usuario} //Copiar imagen comprimida al
servidor

// Los siguientes comandos se aplican dentro del servidor.

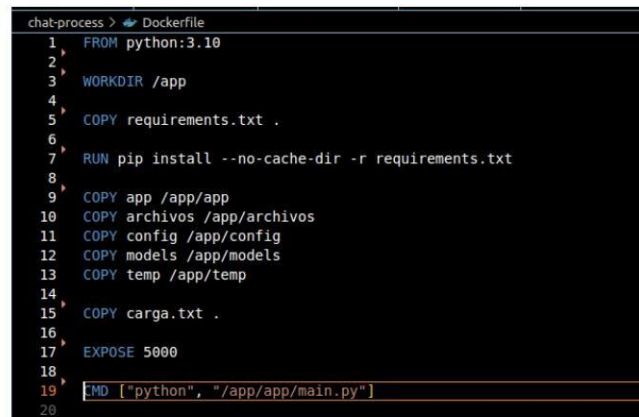
** cd /home/{usuario}

** docker load -i process-museo.tar //Cargar imagen Docker al servidor

** rm -r process-museo.tar //Borrar imagen comprimida

```

Figura 9: Dockerfile para Process



```

chat-process > Dockerfile
1 FROM python:3.10
2
3 WORKDIR /app
4
5 COPY requirements.txt .
6
7 RUN pip install --no-cache-dir -r requirements.txt
8
9 COPY app /app/app
10 COPY archivos /app/archivos
11 COPY config /app/config
12 COPY models /app/models
13 COPY temp /app/temp
14
15 COPY carga.txt .
16
17 EXPOSE 5000
18
19 CMD ["python", "/app/app/main.py"]
20

```

6.2.4. Docker para Base

```

> docker pull ankane/pgvector:latest //Descargar imagen de Docker para PostgreSQL con pgvector

> docker tag ankane/pgvector:latest base-museo //Cambiar nombre de imagen

** docker save -o base-museo.tar base-museo:latest //Comprimir imagen Docker para poder transportarla

** scp base-museo.tar {usuario}@{nombre_servidor}:/home/{usuario} //Copiar imagen comprimida al
servidor

// Los siguientes comandos se aplican dentro del servidor.

** cd /home/{usuario}

** docker load -i base-museo.tar //Cargar imagen Docker al servidor

** rm -r base-museo.tar //Borrar imagen comprimida

```

6.3. Configuración del Servidor

Las siguientes configuraciones se realizan dentro del servidor.

6.3.1 Configuración Base de Datos

```

> cd /home/{usuario}

** scp {carpeta-de-fuentes}/Tesis-BackEnd/respaldo/museo.sql
{usuario}@{nombre_servidor}:/home/{usuario}/museo //Copiar respaldo de base de datos a carpeta de
configuraciones

> cp /home/{usuario}/fuentes/Tesis-BackEnd/respaldo/museo.sql /home/{usuario}/museo //Copiar respaldo
de base de datos a carpeta de configuraciones

```

Rommel Javier Chocho Rivas

UCUENCA

```
> docker run -e POSTGRES_PASSWORD={clave-para-la-base} -d base-museo -v db-
data:/var/lib/postgresql/data //Arrancar contenedor de la base de datos y crear un volumen para que los
datos no se pierdan

> docker cp home/{usuario}/museo.sql base-museo:/home/museo.sql //Copiar respaldo de la base de datos
dentro de contenedor Docker

> docker ps //Revisar contenedores que se están ejecutando

> docker exec -it {id-de-contenedor} bash //Ingresar dentro del contenedor que contiene la base de datos

> psql -h localhost -U postgres -W //Ingresar al cliente de PostgreSQL

> CREATE DATABASE "museo-db"; // Crear base de datos para aplicación

> CREATE USER museo WITH PASSWORD '{clave-para-base-museo}'; //Crear usuario de base de datos
con su respectiva clave

> GRANT ALL PRIVILEGES ON DATABASE "museo-db" TO museo; //Agregar permisos del usuario creado
sobre la base de datos de la aplicación

> \q //Salir de cliente de PostgreSQL

> psql -h localhost -U postgres -d museo-db < home/museo.sql //Cargar respaldo a la nueva base de datos

> exit //Salir del contenedor que contiene la base de datos

> docker stop base-museo:latest //Detener contenedor que contiene la base de datos

> docker run --rm -v db-data:/var/lib/postgresql/data -v museo_db-data:/var/lib/postgresql/data alpine cp -r
/var/lib/postgresql/data. /var/lib/postgresql/data //Copiar volumen donde se almacenan los datos de la base
hacia el volumen que contiene los datos de toda la aplicación.
```

6.3.2. Configuración Nginx

```
> cp /home/{usuario}/fuentes/Tesis-FrontEnd/nginx/museodelasconceptas /home/{usuario}/museo //Copiar
archivo de configuración de nginx

** scp /home/{usuario}/fuentes/Tesis-FrontEnd/nginx/museodelasconceptas {usuario}@{nombre-
servidor}/home/{usuario}/museo //Copiar archivo de configuración de nginx. Este comando se ejecuta en
lugar del anterior, no se pueden ejecutar los dos a la vez.

> sudo cp /home/{usuario}/museo/museodelasconceptas /etc/nginx/sites-available //Copiar archivo de
configuración de nginx

> sudo ln -s /etc/nginx/sites-available/museodelasconceptas /etc/nginx/sites-enabled/ //Crear enlace
simbólico sobre archivo nuevo con la configuración de nginx para la aplicación

> sudo nginx -t //Revisar si la sintaxis del archivo de configuración es correcta

> sudo systemctl restart nginx //Reiniciar servicios de nginx
```

Rommel Javier Chocho Rivas

Figura 10: Archivo de Configuración de Nginx

```

server {
    listen 8080;
    listen [::]:8080;
    server_name ingsoftware.ucuenca.edu.ec;

    location / {
        proxy_pass http://127.0.0.1:8081;
        proxy_set_header Host $host;
        proxy_set_header X-Real-IP $remote_addr;
        proxy_set_header X-Forwarded-For $proxy_add_x_forwarded_for;
        proxy_set_header X-Forwarded-Proto $scheme;
    }

    location /museodelasconceptas/ {
        proxy_pass http://127.0.0.1:3000;
        proxy_set_header Host $host;
        proxy_set_header X-Real-IP $remote_addr;
        proxy_set_header X-Forwarded-For $proxy_add_x_forwarded_for;
        proxy_set_header X-Forwarded-Proto $scheme;
        #rewrite ^/museo(.*)$ $1 break;
    }

    location /api {
        proxy_pass http://127.0.0.1:4000;
        proxy_http_version 1.1;
        proxy_set_header Upgrade $http_upgrade;
        proxy_set_header Connection 'upgrade';
        proxy_set_header Host $host;
        proxy_cache_bypass $http_upgrade;
    }

    location /ia {
        proxy_pass http://127.0.0.1:4000;
        proxy_http_version 1.1;
        proxy_set_header Upgrade $http_upgrade;
        proxy_set_header Connection 'upgrade';
        proxy_set_header Host $host;
        proxy_cache_bypass $http_upgrade;
    }

    #listen 80;
    #server_name ingsoftware.ucuenca.edu.ec;

    #location / {
    #    proxy_pass http://localhost:8080;
    #    proxy_set_header Host $host;
    #    proxy_set_header X-Real-IP $remote_addr;
    #    proxy_set_header X-Forwarded-For $proxy_add_x_forwarded_for;
    #    proxy_set_header X-Forwarded-Proto $scheme;
    #}
}

```

6.3.2. Configuración Docker Compose

> cp /home/{usuario}/fuentes/Tesis-FrontEnd/docker-compose/docker-compose.yml /home/{usuario}/museo
 //Copiar archivo de configuración de Docker compose a carpeta de configuraciones

** scp /home/{usuario}/fuentes/Tesis-FrontEnd/docker-compose/docker-compose.yml {usuario}@{nombre-servidor}/home/{usuario}/museo //Copiar archivo de configuración de Docker compose a carpeta de configuraciones. Este comando se ejecuta en lugar del anterior, no se pueden ejecutar los dos a la vez.

Rommel Javier Chocho Rivas

UCUENCA

```
> cd /home/{usuario}/museo
```

```
> docker compose up -d //Arrancar contenedores en segundo plano
```

Figura 11: Archivo docker-compose.yml

```
rchocho@ubuntu:~/museo$ cat docker-compose.yml
version: '3'

services:
  front-museo:
    image: front-museo:latest
    ports:
      - "3000:3000"
    environment:
      - REACT_APP_GENERATE_SOURCEMAP=false
      - REACT_APP_CLIENTE_ID=
      - REACT_APP_CLIENT_SECRET=
      - REACT_APP_URL_BACK=https://ingsoftware.ucuenca.edu.ec/
      - REACT_APP_URL_PROCESS=https://ingsoftware.ucuenca.edu.ec/
    depends_on:
      - back-museo

  back-museo:
    image: back-museo:latest
    restart: unless-stopped
    ports:
      - "4000:8080"
    environment:
      - PORT=8080
      - CLIENT_SECRET=
      - HOST_DB=base-museo
      - PORT_DB=5432
      - USER_DB=museo
      - PASSWORD_DB=
      - DB=museo-db
      - LOCALHOST=http://167.99.44.172:80
      - URL_PROCESS=http://process-museo:5000/
      - DIALECT_DB=postgres
      - USER_MAIL=info.museodelasconceptas@gmail.com
      - CLIENT_ID_MAIL=
      - CLIENT_SECRET_MAIL=
      - REFRESH_TOKEN_MAIL=
      - URL_CONFIRMATION=https://ingsoftware.ucuenca.edu.ec/museodelasconceptas/login-page?token=
    depends_on:
      - base-museo
    stdin_open: true
    tty: true
    volumes:
      - db-data:/var/lib/postgresql/data

  process-museo:
    image: process-museo:latest
    restart: unless-stopped
    ports:
      - "5000:5000"
    environment:
      - HOST_DB_PROCESS=base-museo
      - PORT_DB_PROCESS=5432
      - DB_USER=museo
      - PASSWORD_DB_PROCESS=
      - DATABASE_DB_PROCESS=museo-db
      - OPEN_API_KEY=
      - EMBEDDING_MODEL=text-embedding-ada-002
      - OPENAI_MODEL=gpt-3.5-turbo-instruct
      - LLAMA_MODEL=dell-research-harvard/lt-wikidata-comp-es
      - DIR_ARCHIVOS=archivos/
      - DIR_CARGA=carga.txt
    depends_on:
```

Tener en cuenta las siguientes variables de entorno que son necesarias:

- REACT_APP_CLIENTE_ID= ID de Cliente Google para ingreso al sistema
- REACT_APP_CLIENT_SECRET= Secreto Google para ingreso al sistema
- USER_MAIL= Correo para confirmación de cuenta

Rommel Javier Chocho Rivas

UCUENCA

- REFRESH_TOKEN_MAIL= Clave de aplicación para correo
- POSTGRES_USER= Usuario PostgreSQL
- POSTGRES_PASSWORD= Clave PostgreSQL
- POSTGRES_DB=Base PostgreSQL
- OPEN_API_KEY= ApiKey para GPT
- EMBEDDING_MODEL= Modelo LLAMA para crear embeddings
- OPENAI_MODEL= Modelo GPT
- LLAMA_MODEL= Modelo LLAMA para búsquedas semánticas

7. Comandos importantes para el control y mantenimiento de la aplicación

7.1. Nginx

```
> nginx -t // Revisar sintaxis de archivo de configuración
> systemctl restart nginx //Reiniciar servicios de nginx
```

7.2. Docker

```
> docker images // Ver las imágenes de Docker creadas
> docker ps // Ver los contenedores de Docker que están corriendo
> docker rm {id-de-contenedor} // Para borrar contenedores Docker
> docker rmi {nombre-de-imagen} // Para borrar imágenes Docker
```

7.3. Docker Compose

```
> docker compose up // Levantar todos los contenedores configurados
> docker compose down // Detener todos los contenedores que se están ejecutando
> docker compose logs // Revisa los logs de todos los contenedores
> docker compose logs {id-contenedor} // Revisar log logs de un contenedor en específico
```

Rommel Javier Chocho Rivas

UCUENCA

Sistema de Navegación Virtual 360° para un museo con la ayuda de un asistente de ChatBot con IA y Recomendaciones Personalizadas.

Manual de Usuario
Versión: 1.0
Fecha de Publicación: junio 2024

Rommel Javier Chocho Rivas

UCUENCA

Tabla de contenido

1. Propósito.....	3
2. Partes de la Aplicación.....	3
3. Funcionalidades de la aplicación	3
4. Descripción de la aplicación.....	3
4.1. Página Principal	3
4.2. Ingresar.....	4
4.2.1 Ingreso normal	4
4.2.2. Ingreso mediante Google	5
4.3. Registrar	5
4.4. Home Usuario	7
4.5. Perfil.....	8
4.6. Visita 360°	8
4.7. Settings.....	12
4.7.1. Usuarios.....	13
4.7.2. Piezas	13
4.7.3. Comentarios.....	15
4.7.4. General	16
4.8. Reportes	16
4.8.1. Usuario.....	17
4.8.2. Museo	18
4.8.3. Comentarios.....	18

Rommel Javier Chocho Rivas

UCUENCA

1. Propósito

El siguiente documento tiene como objetivo guiar al usuario final sobre el funcionamiento del sistema web para la navegación virtual 360° para el museo del "Monasterio de las Conceptas de la Ciudad de Cuenca".

Este manual sirve para dar a conocer:

- Partes de la aplicación
- Todas las funcionalidades que tiene la aplicación
- Una guía para ayudar al usuario a aprender a usar la aplicación de manera más rápida.

2. Partes de la Aplicación

La aplicación se compone de la siguiente estructura:

1. Menú de Navegación
2. Contenido
3. Pie de Página
4. ChatBot

3. Funcionalidades de la aplicación

- Ingreso y Registro mediante creación de credenciales.
- Ingreso mediante Google.
- Resumen de datos de visitas, comentarios.
- Ingreso de comentarios sobre la aplicación.
- Configuración de datos personales de los usuarios.
- Reportes de información sobre usuario, visitas, piezas de arte.
- Mantenimiento de usuarios, piezas de arte, comentarios, datos generales.
- Recorrido virtual del museo las Conceptas.
- Verificación de información sobre las piezas de arte.
- Observar fotografías de las piezas de arte.
- Recibir recomendaciones basadas en las visitas realizadas.
- Preguntar a ChatBot sobre información del museo y piezas de arte.

4. Descripción de la aplicación

4.1. Página Principal

En esta página tenemos la portada principal y esta se divide en las siguientes secciones:

(1) **Menú:** Solo se presenta la opción ingresar.

(2) **Texto Descriptivo:** Breve descripción de la Historia del Museo.

(3) **Datos y Fotografías:**

- Puntuación: Porcentaje sobre 100 de los comentarios positivos sobre el sistema.
- Usuario Registrados: Muestra el número de usuarios registrados al sistema.
- Visitas: Muestra el número de visitas realizadas al sistema.

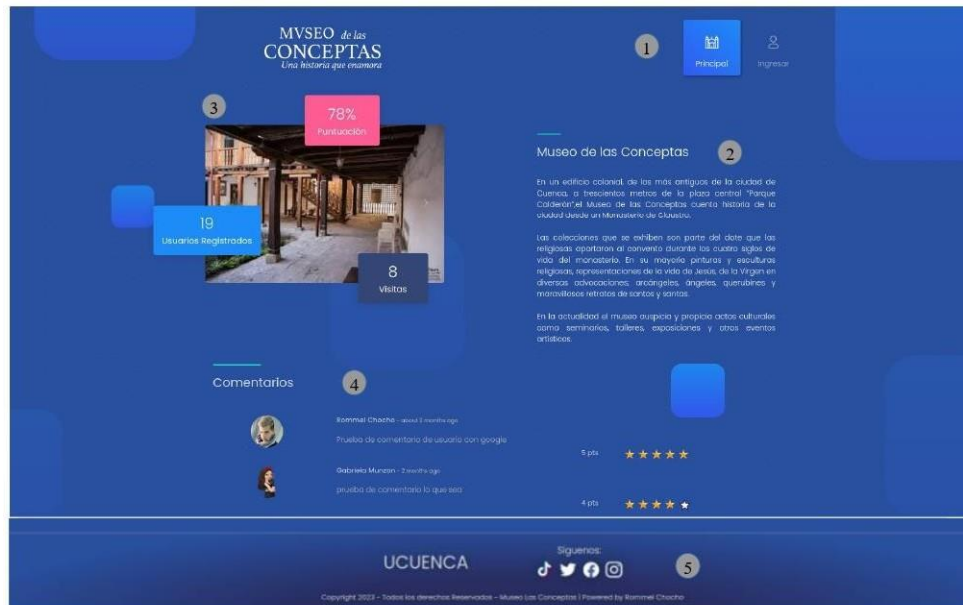
(4) **Comentarios:** Muestra los últimos (número parametrizable) comentarios ingresados acerca del sistema.

(5) **Pie de Página:** Muestra los enlaces hacia las redes sociales del museo. (Esta sección se repite por todas las páginas por lo que en las otras secciones ya no se nombrará).

Rommel Javier Chocho Rivas

UCUENCA

Figura 1: Pantalla Principal



4.2. Ingresar

Esta página tiene dos opciones: ingreso con un usuario creado en el sistema o mediante las credenciales de Google.

4.2.1 Ingreso normal

Permite el ingreso al sistema si se tiene un usuario creado, tiene las siguientes secciones:

(1) **Menú:** Tiene las opciones de Ingresar y Pantalla Principal

(2) **Formulario de ingreso:**

- Llene los campos de usuario y contraseña, luego presione el botón “Ingresar” para acceder al sistema.
- Registrarse: Enlace que permite crear un usuario si no se tiene un usuario creado.

Rommel Javier Chocho Rivas

UCUENCA

Figura 2: Pantalla Ingreso

**4.2.2. Ingreso mediante Google**

Si se presiona el botón "Ingresar con Google", aparece una ventana emergente que permite elegir entre las cuentas de Google guardadas. De lo contrario, solicita las credenciales de la cuenta de Google.

Figura 3: Pantalla Ingreso con Google

**4.3. Registrar**

Esta página permite crear una nueva cuenta para el ingreso al sistema. Tiene las siguientes secciones:

(1) **Menú:** Tiene las opciones de Ingresar, Pantalla Principal y Registrar.

Rommel Javier Chocho Rivas

UCUENCA

(2) Formulario de Registro:

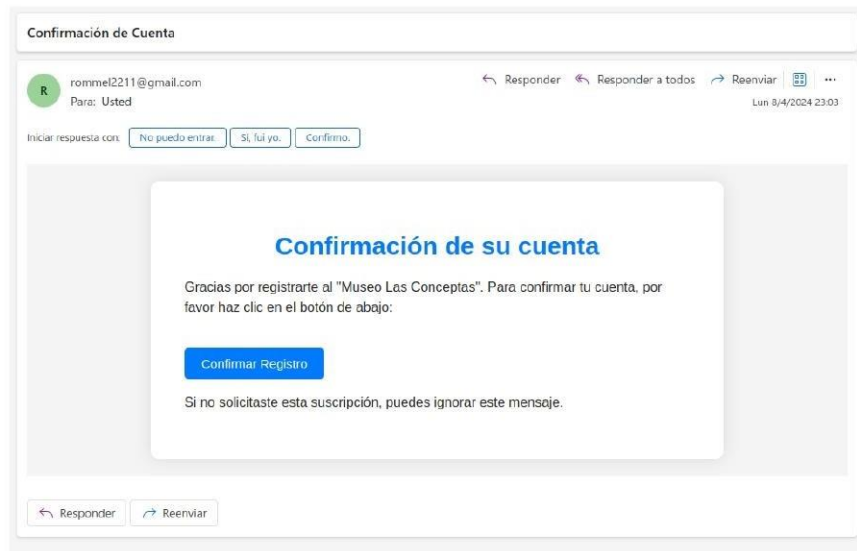
- Se ingresan los datos necesarios para crear un usuario en el sistema, luego se presiona el botón "Registrar". Todos los campos son obligatorios.

Figura 4: Pantalla Registro

The screenshot shows the registration page of the 'MVSEO de las CONCEPTAS' website. The header includes the logo and navigation links: 'Principal', 'Ingresar', and 'Registrar'. A large 'registro' label is overlaid on the form. The form fields are: 'Usuario', 'Nombre Completo', 'Email', 'Contraseña', 'Repetir Contraseña', 'Nacionalidad', and 'Año de Nacimiento'. A 'Registrar' button is at the bottom. A yellow circle with the number '2' is placed next to the 'Email' field.

Luego de presionar el botón "Registrar", se envía un correo con el enlace de confirmación de la cuenta. Al hacer clic en el enlace enviado al correo, se dirige a la página de ingreso, se ingresan las credenciales y con esto la cuenta queda habilitada.

Figura 5: Pantalla confirmación de cuenta

The screenshot shows an email titled 'Confirmación de Cuenta' from 'rommel2211@gmail.com'. It contains a confirmation message in Spanish: 'Gracias por registrarte al "Museo Las Conceptas". Para confirmar tu cuenta, por favor haz clic en el botón de abajo:'. Below the text is a blue button labeled 'Confirmar Registro'. At the bottom, it says 'Si no solicitaste esta suscripción, puedes ignorar este mensaje.' The email interface includes standard actions like 'Responder', 'Responder a todos', and 'Reenviar'.

Rommel Javier Chocho Rivas

UCUENCA

4.4. Home Usuario

En esta página se observa la página principal del usuario. Se divide en las siguientes secciones:

(1) Menú: Esta sección tiene habilitados los menús según los roles de cada usuario, para un usuario normal los menús habilitados son: Home, Visita 360, Perfil y Salir.

(2) Datos informativos:

- Búsquedas: Número de preguntas realizadas al ChatBot por parte del usuario conectado.
- Recomendaciones: Número de Recomendaciones realizadas por el ChatBot al usuario conectado.
- Comentarios: Número de comentarios ingresados por parte del usuario conectado.
- Visitas: Número de visitas realizadas por el usuario conectado.

(3) Comentarios: Lista de los comentarios realizados sobre el sistema.

(4) Ingresar Comentarios: Sección para ingresar un comentario por parte del usuario. Se pide que se agregue su comentario dentro del cuadro de texto y se escoja una puntuación para poder guardar.

Figura 6: Pantalla Home usuario



Rommel Javier Chocho Rivas

UCUENCA

Figura 7: Pantalla Home Usuario (Ingresar comentario)



4.5. Perfil

Esta página muestra los datos personales del usuario. Se divide en las siguientes secciones:

- (1) **Menú:** Esta sección tiene habilitados los menús según los roles de cada usuario, para un usuario normal los menús habilitados son: Home, Visita 360, Perfil y Salir.
- (2) **Foto:** Permite subir una foto de perfil.
- (3) **Datos:** Permite modificar los datos del usuario excepto usuario y email.

Figura 8: Pantalla Perfil



4.6. Visita 360°

Esta página tiene las opciones para visita 360°. Se divide en las siguientes secciones:

Rommel Javier Chocho Rivas

UCUENCA

- (1) **Menú:** Esta sección tiene habilitados los menús según los roles de cada usuario, para un usuario normal los menús habilitados son: Home, Visita 360, Perfil y Salir.
- (2) **Visita 360:** Página principal que muestra las principales piezas de arte del museo.
- (3) **Salas:** Permite navegar entre las salas disponibles para su visita dentro del museo 360.
- (4) **ChatBot:** Permite realizar preguntas y obtener información como un guía sobre el museo y sus piezas de arte.

Figura 9: Pantalla Visita 360



- Visita 360:

- (1) **Botón de Información:** Permite visualizar la información e historia de la pieza de arte seleccionada.
- (2) **Botón de Zoom:** Permite realizar un zoom a la imagen actual de la pieza de arte seleccionada.
- (3) **Botón atrás y siguiente:** Permite navegar entre las imágenes y videos que están disponibles para la pieza de arte seleccionada.
- (4) **Imágenes y videos:** Imágenes y videos disponibles para la pieza seleccionada.
- (5) **Panel informativo:** Panel con la información e historia de la pieza de arte seleccionada.

Rommel Javier Chocho Rivas

UCUENCA

Figura 10: Pantalla Imágenes de Pieza de arte



Figura 11: Pantalla con información de Pieza de arte



- Salas:

- (1) Botones de zoom: Controles para acercar, alejar o presentar en pantalla completa la visita 360.
- (2) Botón para cambiar de sala: Permite dirigirme a la sala siguiente.
- (3) Botón para seleccionar pieza de arte: Permite visualizar el contenido de la pieza seleccionada tanto como imágenes, videos, historia e información.

Rommel Javier Chocho Rivas

UCUENCA

- (4) Botón para moverse a otro lugar: Permite desplazarse dentro de la misma sala.
- (5) Botón mostrar menú de salas: Permite mostrar el listado de las salas disponibles para poder navegar entre ellas.

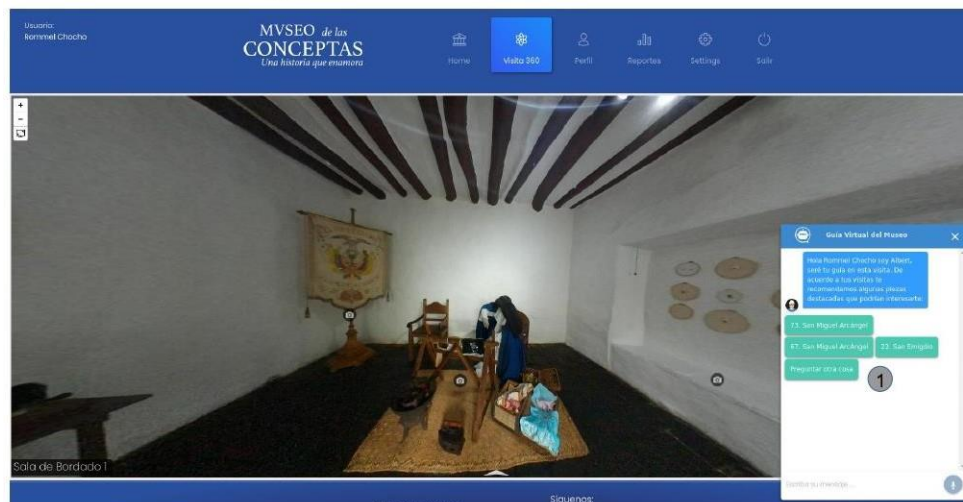
Figura 12: Pantalla Sala y opciones



- ChatBot:

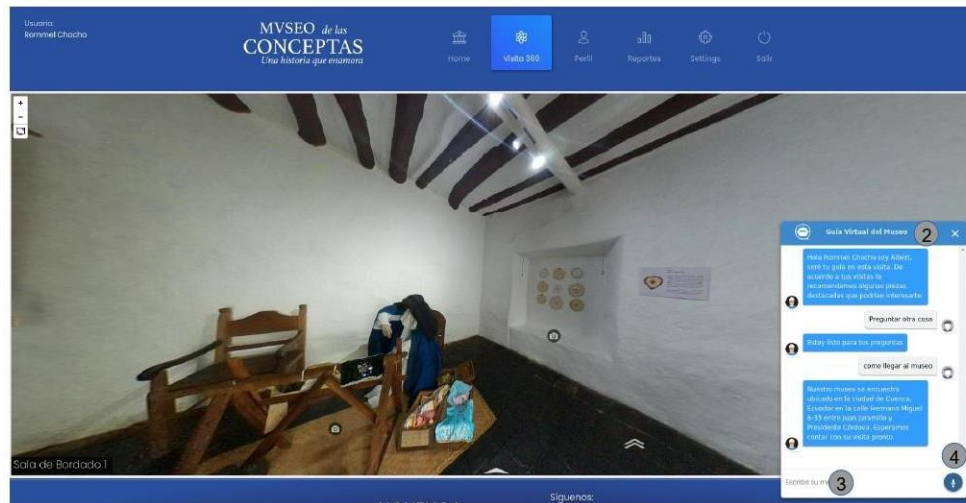
- (1) Sistema de Recomendaciones: El sistema ofrece recomendaciones personalizadas de acuerdo a las visitas y preguntas realizadas.
- (2) Chat: Se muestra el listado de conversación del usuario con el ChatBot.
- (3) Ingreso de datos: Cuadro de texto en donde se ingresa la pregunta que necesitamos hacerle al ChatBot.
- (4) Botón de enviar o grabar audio: Permite enviar preguntas al ChatBot y grabarlas en audio en lugar de escribirlas. Para usar la función de audio, se debe presionar el botón para iniciar la grabación de la pregunta y volver a presionarlo al finalizar.

Figura 13: Pantalla Sistema de Recomendaciones



Rommel Javier Chocho Rivas

Figura 14: Pantalla ChatBot

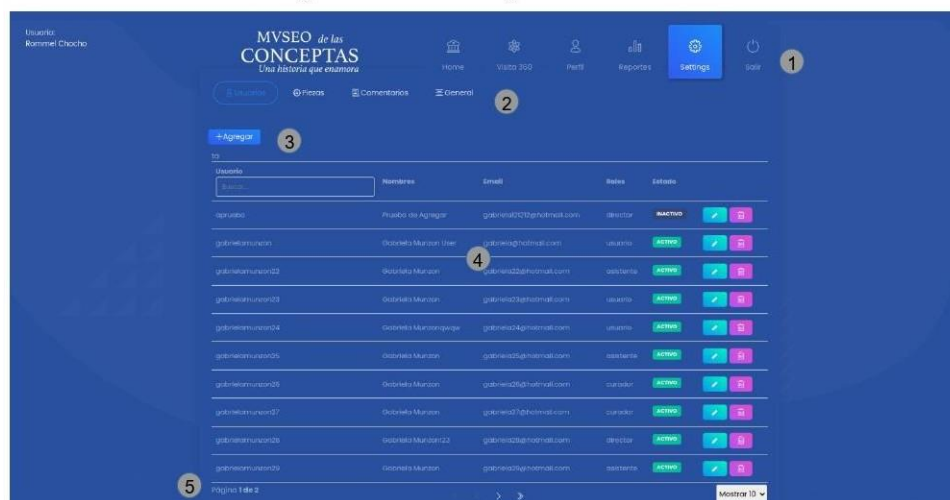


4.7. Settings

Esta página tiene la configuración y mantenimiento de usuarios, piezas de arte, comentarios y datos generales. Esta página está disponible solo para usuarios con roles privilegiados. Tiene las siguientes secciones:

- (1) **Menú:** Presenta las opciones de un usuario normal más las opciones de un usuario con roles privilegiados tales como: Reportes, Settings.
- (2) **Submenú:** Tiene las opciones de Usuarios, Piezas, Comentarios, General.
- (3) **Agregar:** Botón para agregar un ítem.
- (4) **Lista de Usuarios:** Lista de los ítems de esta sección.
- (5) **Paginación:** Botones para realizar la paginación de los resultados encontrados.

Figura 15: Pantalla confirmación de cuenta



Rommel Javier Chocho Rivas

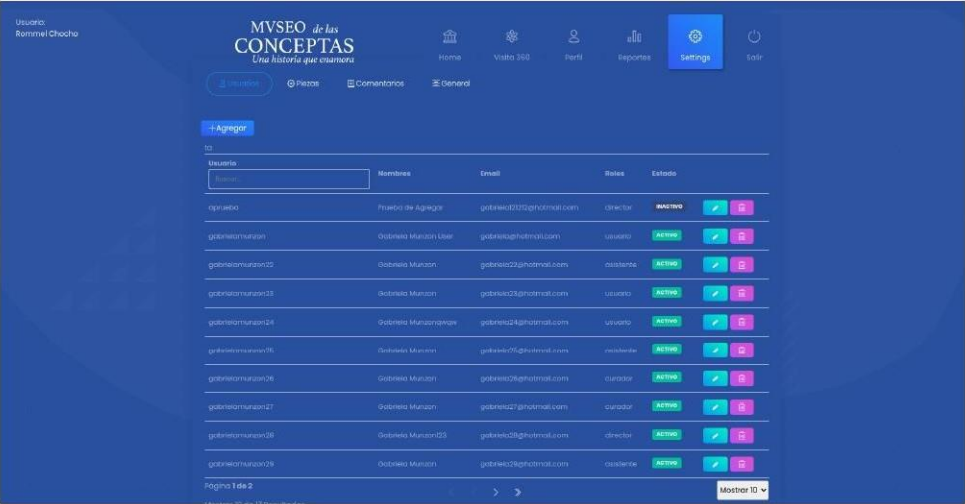
UCUENCA

4.7.1. Usuarios

Sección para realizar el mantenimiento de usuarios.

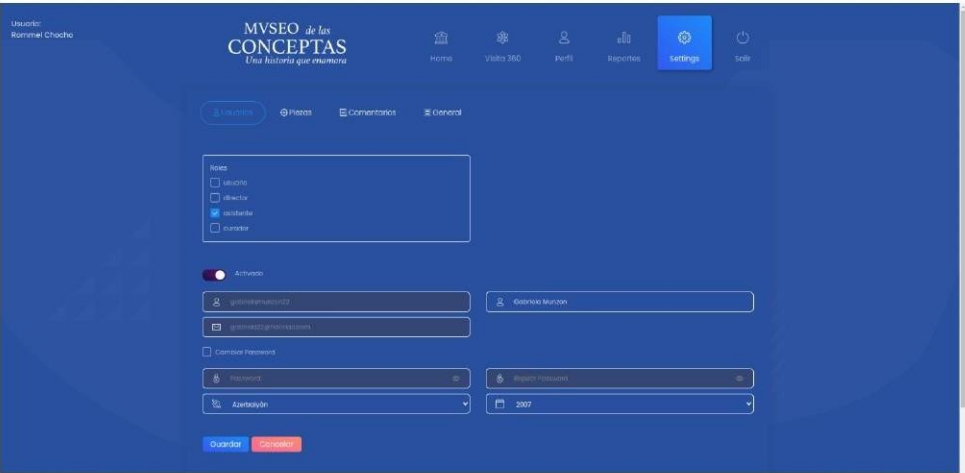
- **Lista de Usuarios:** Muestra el listado de todos los usuarios existentes. Permite eliminar o modificar los datos de los usuarios.

Figura 16: Pantalla lista de usuarios



- **Agregar y Modificar Usuarios:** Formulario que permite modificar los datos de los usuarios. Todos los campos son obligatorios.

Figura 17: Pantalla agregar y modificar usuarios



4.7.2. Piezas

Sección para realizar el mantenimiento de piezas de arte.

Rommel Javier Chocho Rivas

UCUENCA

- **Lista de Piezas:** Muestra el listado de todas las piezas de arte existentes. Permite eliminar o modificar la información de las piezas.

Figura 18: Pantalla lista de piezas

ID	Código	Nombre	Tipo	Autor	Estado
1	2045-1-09-A/120	Virgen de la Merced	Pintura	San Martín de los Andes	ACTIVO
2	2045-2-09-A/100	Virgen de la Merced	Pintura	Andrónico	ACTIVO
3	2045-3-09-A/100	Virgen del Carmen	Pintura	Andrónico	ACTIVO
4	2045-4-09-A/100	Sancti Spiritus	Pintura	Andrónico	ACTIVO
5	2045-5-09-A/100	Sancti Spiritus	Pintura	Andrónico	ACTIVO
6	2045-6-09-A/100	Sancti Spiritus	Pintura	Andrónico	ACTIVO
7	2045-7-09-A/100	Virgen de la Merced	Pintura	Andrónico	ACTIVO
8	2045-8-09-A/100	Virgen del Carmen	Pintura	Andrónico	ACTIVO
9	2045-9-09-A/100	Sancti Spiritus	Pintura	Andrónico	ACTIVO
10	2045-10-09-A/100	Sancti Spiritus	Pintura	Andrónico	ACTIVO

- **Modificar Piezas:** Formulario que permite modificar la información de las piezas de arte.

Figura 19: Pantalla modificar piezas de arte

Usuario: Rommel Chocho

MVSEO de las CONCEPTAS
Una Reducción que transforma

Home Visión 360 Perfil Reportes **Settings** Salir

Usuarios **Piezas** Comentarios General

☒ Activado

ID: 10 AÑO: 2045-10-09-A/100

Código: 01/02/04/05/06/07/08/09/10/11/12/13/14/15/16/17/18/19/20/21/22/23/24/25/26/27/28/29/30/31/32/33/34/35/36/37/38/39/40/41/42/43/44/45/46/47/48/49/50/51/52/53/54/55/56/57/58/59/60/61/62/63/64/65/66/67/68/69/70/71/72/73/74/75/76/77/78/79/80/81/82/83/84/85/86/87/88/89/90/91/92/93/94/95/96/97/98/99/100/101/102/103/104/105/106/107/108/109/110/111/112/113/114/115/116/117/118/119/120/121/122/123/124/125/126/127/128/129/130/131/132/133/134/135/136/137/138/139/140/141/142/143/144/145/146/147/148/149/150/151/152/153/154/155/156/157/158/159/160/161/162/163/164/165/166/167/168/169/170/171/172/173/174/175/176/177/178/179/180/181/182/183/184/185/186/187/188/189/190/191/192/193/194/195/196/197/198/199/200/201/202/203/204/205/206/207/208/209/210/211/212/213/214/215/216/217/218/219/220/221/222/223/224/225/226/227/228/229/230/231/232/233/234/235/236/237/238/239/240/241/242/243/244/245/246/247/248/249/250/251/252/253/254/255/256/257/258/259/260/261/262/263/264/265/266/267/268/269/270/271/272/273/274/275/276/277/278/279/280/281/282/283/284/285/286/287/288/289/290/291/292/293/294/295/296/297/298/299/300/301/302/303/304/305/306/307/308/309/310/311/312/313/314/315/316/317/318/319/320/321/322/323/324/325/326/327/328/329/330/331/332/333/334/335/336/337/338/339/340/341/342/343/344/345/346/347/348/349/350/351/352/353/354/355/356/357/358/359/360/361/362/363/364/365/366/367/368/369/370/371/372/373/374/375/376/377/378/379/380/381/382/383/384/385/386/387/388/389/390/391/392/393/394/395/396/397/398/399/400/401/402/403/404/405/406/407/408/409/410/411/412/413/414/415/416/417/418/419/420/421/422/423/424/425/426/427/428/429/430/431/432/433/434/435/436/437/438/439/440/441/442/443/444/445/446/447/448/449/450/451/452/453/454/455/456/457/458/459/460/461/462/463/464/465/466/467/468/469/470/471/472/473/474/475/476/477/478/479/480/481/482/483/484/485/486/487/488/489/490/491/492/493/494/495/496/497/498/499/500/501/502/503/504/505/506/507/508/509/510/511/512/513/514/515/516/517/518/519/520/521/522/523/524/525/526/527/528/529/530/531/532/533/534/535/536/537/538/539/540/541/542/543/544/545/546/547/548/549/550/551/552/553/554/555/556/557/558/559/560/561/562/563/564/565/566/567/568/569/570/571/572/573/574/575/576/577/578/579/580/581/582/583/584/585/586/587/588/589/590/591/592/593/594/595/596/597/598/599/600/601/602/603/604/605/606/607/608/609/610/611/612/613/614/615/616/617/618/619/620/621/622/623/624/625/626/627/628/629/630/631/632/633/634/635/636/637/638/639/640/641/642/643/644/645/646/647/648/649/650/651/652/653/654/655/656/657/658/659/660/661/662/663/664/665/666/667/668/669/670/671/672/673/674/675/676/677/678/679/680/681/682/683/684/685/686/687/688/689/690/691/692/693/694/695/696/697/698/699/700/701/702/703/704/705/706/707/708/709/710/711/712/713/714/715/716/717/718/719/720/721/722/723/724/725/726/727/728/729/730/731/732/733/734/735/736/737/738/739/740/741/742/743/744/745/746/747/748/749/750/751/752/753/754/755/756/757/758/759/760/761/762/763/764/765/766/767/768/769/770/771/772/773/774/775/776/777/778/779/780/781/782/783/784/785/786/787/788/789/790/791/792/793/794/795/796/797/798/799/800/801/802/803/804/805/806/807/808/809/810/811/812/813/814/815/816/817/818/819/820/821/822/823/824/825/826/827/828/829/830/831/832/833/834/835/836/837/838/839/840/841/842/843/844/845/846/847/848/849/850/851/852/853/854/855/856/857/858/859/860/861/862/863/864/865/866/867/868/869/870/871/872/873/874/875/876/877/878/879/880/881/882/883/884/885/886/887/888/889/890/891/892/893/894/895/896/897/898/899/900/901/902/903/904/905/906/907/908/909/910/911/912/913/914/915/916/917/918/919/920/921/922/923/924/925/926/927/928/929/930/931/932/933/934/935/936/937/938/939/940/941/942/943/944/945/946/947/948/949/950/951/952/953/954/955/956/957/958/959/960/961/962/963/964/965/966/967/968/969/970/971/972/973/974/975/976/977/978/979/980/981/982/983/984/985/986/987/988/989/990/991/992/993/994/995/996/997/998/999/1000/1001/1002/1003/1004/1005/1006/1007/1008/1009/1010/1011/1012/1013/1014/1015/1016/1017/1018/1019/1020/1021/1022/1023/1024/1025/1026/1027/1028/1029/1030/1031/1032/1033/1034/1035/1036/1037/1038/1039/1040/1041/1042/1043/1044/1045/1046/1047/1048/1049/1050/1051/1052/1053/1054/1055/1056/1057/1058/1059/1060/1061/1062/1063/1064/1065/1066/1067/1068/1069/1070/1071/1072/1073/1074/1075/1076/1077/1078/1079/1080/1081/1082/1083/1084/1085/1086/1087/1088/1089/1090/1091/1092/1093/1094/1095/1096/1097/1098/1099/1100/1101/1102/1103/1104/1105/1106/1107/1108/1109/1110/1111/1112/1113/1114/1115/1116/1117/1118/1119/1120/1121/1122/1123/1124/1125/1126/1127/1128/1129/1130/1131/1132/1133/1134/1135/1136/1137/1138/1139/1140/1141/1142/1143/1144/1145/1146/1147/1148/1149/1150/1151/1152/1153/1154/1155/1156/1157/1158/1159/1160/1161/1162/1163/1164/1165/1166/1167/1168/1169/1170/1171/1172/1173/1174/1175/1176/1177/1178/1179/1180/1181/1182/1183/1184/1185/1186/1187/1188/1189/1190/1191/1192/1193/1194/1195/1196/1197/1198/1199/1200/1201/1202/1203/1204/1205/1206/1207/1208/1209/1210/1211/1212/1213/1214/1215/1216/1217/1218/1219/1220/1221/1222/1223/1224/1225/1226/1227/1228/1229/1230/1231/1232/1233/1234/1235/1236/1237/1238/1239/1240/1241/1242/1243/1244/1245/1246/1247/1248/1249/1250/1251/1252/1253/1254/1255/1256/1257/1258/1259/1260/1261/1262/1263/1264/1265/1266/1267/1268/1269/1270/1271/1272/1273/1274/1275/1276/1277/1278/1279/1280/1281/1282/1283/1284/1285/1286/1287/1288/1289/1290/1291/1292/1293/1294/1295/1296/1297/1298/1299/1300/1301/1302/1303/1304/1305/1306/1307/1308/1309/1310/1311/1312/1313/1314/1315/1316/1317/1318/1319/1320/1321/1322/1323/1324/1325/1326/1327/1328/1329/1330/1331/1332/1333/1334/1335/1336/1337/1338/1339/1340/1341/1342/1343/1344/1345/1346/1347/1348/1349/1350/1351/1352/1353/1354/1355/1356/1357/1358/1359/1360/1361/1362/1363/1364/1365/1366/1367/1368/1369/1370/1371/1372/1373/1374/1375/1376/1377/1378/1379/1380/1381/1382/1383/1384/1385/1386/1387/1388/1389/1390/1391/1392/1393/1394/1395/1396/1397/1398/1399/1400/1401/1402/1403/1404/1405/1406/1407/1408/1409/1410/1411/1412/1413/1414/1415/1416/1417/1418/1419/1420/1421/1422/1423/1424/1425/1426/1427/1428/1429/1430/1431/1432/1433/1434/1435/1436/1437/1438/1439/1440/1441/1442/1443/1444/1445/1446/1447/1448/1449/1450/1451/1452/1453/1454/1455/1456/1457/1458/1459/1460/1461/1462/1463/1464/1465/1466/1467/1468/1469/1470/1471/1472/1473/1474/1475/1476/1477/1478/1479/1480/1481/1482/1483/1484/1485/1486/1487/1488/1489/1490/1491/1492/1493/1494/1495/1496/1497/1498/1499/1500/1501/1502/1503/1504/1505/1506/1507/1508/1509/1510/1511/1512/1513/1514/1515/1516/1517/1518/1519/1520/1521/1522/1523/1524/1525/1526/1527/1528/1529/1530/1531/1532/1533/1534/1535/1536/1537/1538/1539/1540/1541/1542/1543/1544/1545/1546/1547/1548/1549/1550/1551/1552/1553/1554/1555/1556/1557/1558/1559/1560/1561/1562/1563/1564/1565/1566/1567/1568/1569/1570/1571/1572/1573/1574/1575/1576/1577/1578/1579/1580/1581/1582/1583/1584/1585/1586/1587/1588/1589/1590/1591/1592/1593/1594/1595/1596/1597/1598/1599/1600/1601/1602/1603/1604/1605/1606/1607/1608/1609/1610/1611/1612/1613/1614/1615/1616/1617/1618/1619/1620/1621/1622/1623/1624/1625/1626/1627/1628/1629/1630/1631/1632/1633/1634/1635/1636/1637/1638/1639/1640/1641/1642/1643/1644/1645/1646/1647/1648/1649/1650/1651/1652/1653/1654/1655/1656/1657/1658/1659/1660/1661/1662/1663/1664/1665/1666/1667/1668/1669/1670/1671/1672/1673/1674/1675/1676/1677/1678/1679/1680/1681/1682/1683/1684/1685/1686/1687/1688/1689/1690/1691/1692/1693/1694/1695/1696/1697/1698/1699/1700/1701/1702/1703/1704/1705/1706/1707/1708/1709/1710/1711/1712/1713/1714/1715/1716/1717/1718/1719/1720/1721/1722/1723/1724/1725/1726/1727/1728/1729/1730/1731/1732/1733/1734/1735/1736/1737/1738/1739/1740/1741/1742/1743/1744/1745/1746/1747/1748/1749/1750/1751/1752/1753/1754/1755/1756/1757/1758/1759/1760/1761/1762/1763/1764/1765/1766/1767/1768/1769/1770/1771/1772/1773/1774/1775/1776/1777/1778/1779/1780/1781/1782/1783/1784/1785/1786/1787/1788/1789/1790/1791/1792/1793/1794/1795/1796/1797/1798/1799/1800/1801/1802/1803/1804/1805/1806/1807/1808/1809/1810/1811/1812/1813/1814/1815/1816/1817/1818/1819/1820/1821/1822/1823/1824/1825/1826/1827/1828/1829/1830/1831/1832/1833/1834/1835/1836/1837/1838/1839/1840/1841/1842/1843/1844/1845/1846/1847/1848/1849/1850/1851/1852/1853/1854/1855/1856/1857/1858/1859/1860/1861/1862/1863/1864/1865/1866/1867/1868/1869/1870/1871/1872/1873/1874/1875/1876/1877/1878/1879/1880/1881/1882/1883/1884/1885/1886/1887/1888/1889/1890/1891/1892/1893/1894/1895/1896/1897/1898/1899/1900/1901/1902/1903/1904/1905/1906/1907/1908/1909/1910/1911/1912/1913/1914/1915/1916/1917/1918/1919/1920/1921/1922/1923/1924/1925/1926/1927/1928/1929/1930/1931/1932/1933/1934/1935/1936/1937/1938/1939/1940/1941/1942/1943/1944/1945/1946/1947/1948/1949/1950/1951/1952/1953/1954/1955/1956/1957/1958/1959/1960/1961/1962/1963/1964/1965/1966/1967/1968/1969/1970/1971/1972/1973/1974/1975/1976/1977/1978/1979/1980/1981/1982/1983/1984/1985/1986/1987/1988/1989/1990/1991/1992/1993/1994/1995/1996/1997/1998/1999/2000/2001/2002/2003/2004/2005/2006/2007/2008/2009/2010/2011/2012/2013/2014/2015/2016/2017/2018/2019/2020/2021/2022/2023/2024/2025/2026/2027/2028/2029/2030/2031/2032/2033/2034/2035/2036/2037/2038/2039/2040/2041/2042/2043/2044/2045/2046/2047/2048/2049/2050/2051/2052/2053/2054/2055/2056/2057/2058/2059/2060/2061/2062/2063/2064/2065/2066/2067/2068/2069/2070/2071/2072/2073/2074/2075/2076/2077/2078/2079/2080/2081/2082/2083/2084/2085/2086/2087/2088/2089/2090/2091/2092/2093/2094/2095/2096/2097/2098/2099/2100/2101/2102/2103/2104/2105/2106/2107/2108/2109/2110/2111/2112/2113/2114/2115/2116/2117/2118/2119/2120/2121/2122/2123/2124/2125/2126/2127/2128/2129/2130/2131/2132/2133/2134/2135/2136/2137/2138/2139/2140/2141/2142/2143/2144/2145/2146/2147/2148/2149/2150/2151/2152/2153/2154/2155/2156/2157/2158/2159/2160/2161/2162/2163/2164/2165/2166/2167/2168/2169/2170/2171/2172/2173/2174/2175/2176/2177/2178/2179/2180/2181/2182/2183/2184/2185/2186/2187/2188/2189/2190/2191/2192/2193/2194/2195/2196/2197/2198/2199/2200/2201/2202/2203/2204/2205/2206/2207/2208/2209/2210/2211/2212/2213/2214/2215/2216/2217/2218/2219/2220/2221/2222/2223/2224/2225/2226/2227/2228/2229/2230/2231/2232/2233/2234/2235/2236/2237/2238/2239/2240/2241/2242/2243/2244/2245/2246/2247/2248/2249/2250/2251/2252/2253/2254/2255/2256/2257/2258/2259/2260/2261/2262/2263/2264/2265/2266/2267/2268/2269/2270/2271/2272/2273/2274/2275/2276/2277/2278/2279/2280/2281/2282/2283/2284/2285/2286/2287/2288/2289/2290/2291/2292/2293/2294/2295/2296/2297/2298/2299/2300/2301/2302/2303/2304/2305/2306/2307/2308/2309/2310/2311/2312/2313/2314/2315/2316/2317/2318/2319/2320/2321/2322/2323/2324/2325/2326/2327/2328/2329/2330/2331/2332/2333/2334/2335/2336/2337/2338/2339/2340/2341/2342/2343/2344/2345/2346/2347/2348/2349/2350/2351/2352/2353/2354/2355/2356/2357/2358/2359/2360/2361/2362/2363/2364/2365/2366/2367/2368/2369/2370/2371/2372/2373/2374/2375/2376/2377/2378/2379/2380/2381/2382/2383/2384/2385/2386/2387/2388/2389/2390/2391/2392/2393/2394/2395/2396/2397/2398/2399/2400/2401/2402/2403/2404/2405/2406/2407/2408/2409/2410/2411/2412/2413/2414/2415/2416/2417/2418/2419/2420/2421/2422/2423/2424/2425/2426/2427/2428/2429/2430/2431/2432/2433/2434/2435/2436/

UCUENCA

Figura 20: Pantalla modificar piezas de arte (segunda parte)

[illegible]

- Agregar piezas: Para agregar una pieza de arte es necesario subir un archivo en Excel con el formato ya establecido por el museo.

Figura 21: Pantalla agregar piezas



MVSEO *de las*
CONCEPTAS
Una historia que enamora

Home

Visita 360

Perfil

Reportes

Settings

Salir

Usuarios

Piezas

Comentarios

General

Seleccionar archivo

Sin archivos seleccionados

Guardar

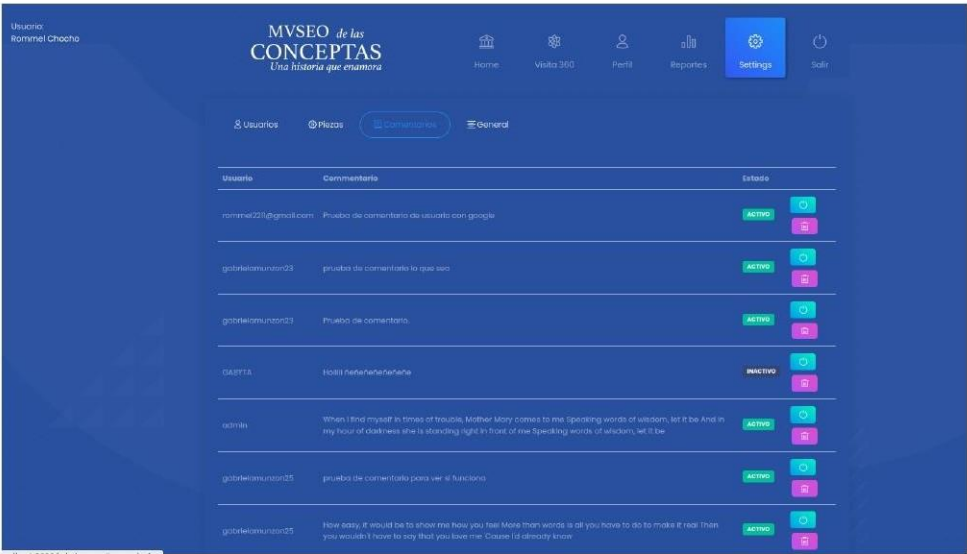
Cancelar

4.7.3. Comentarios

Sección para realizar el mantenimiento de comentarios. Solo se pueden eliminar o desactivar los comentarios, no se pueden crear nuevos comentarios ni modificarlos desde esta sección.

Rommel Javier Chocho Rivas

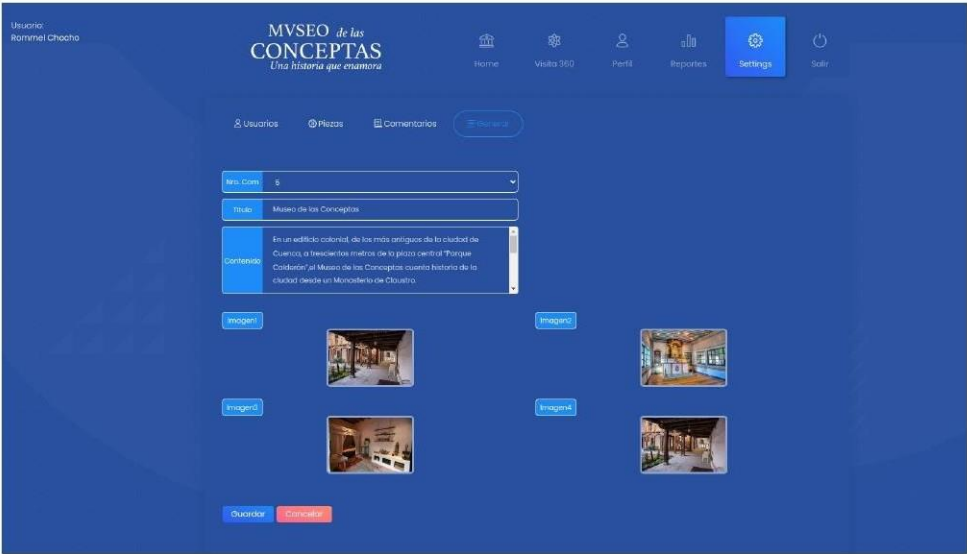
Figura 22: Pantalla lista de comentarios



4.7.4. General

Sección para realizar el mantenimiento de información general. Aquí se muestra la información de la página principal tal como: número de comentarios a mostrar, imágenes del carrusel, etc.

Figura 23: Pantalla datos generales



4.8. Reportes

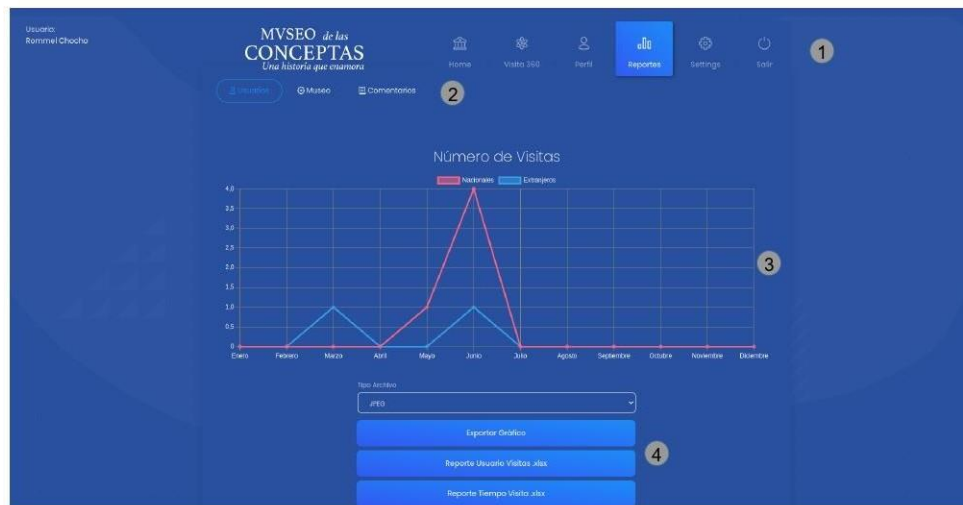
Esta página tiene los principales reportes sobre usuarios, piezas de arte, comentarios y visitas. Tiene las siguientes partes:

Rommel Javier Chocho Rivas

UCUENCA

- (1) **Menú:** Presenta las opciones de un usuario normal más las opciones de un usuario con roles privilegiados tales como: Settings y Reportes.
- (2) **Submenú:** Muestra las opciones de Usuarios, Museo, Comentarios
- (3) **Gráfico:** Sección que presenta los gráficos de acuerdo a los datos solicitados.
- (4) **Botones para reportes:** Botones que permiten descargar los gráficos en diferentes formatos.

Figura 24: Pantalla Reportes



4.8.1. Usuario

- **Gráfico:** Presenta un gráfico de líneas que muestra la siguiente información:

- Número de visitas de usuarios nacionales con relación a los meses del año en curso.
- Número de visitas de usuarios extranjeros con relación a los meses del año en curso.

Estos gráficos están disponibles para descarga en formatos PDF, PNG y JPG.

- **Reportes:** Genera un reporte en Excel con la siguiente información:

- Reporte que presenta los usuarios y el número máximo de visitas que realizan los usuarios.
- Reporte de tiempos de duración de las visitas de los usuarios.

Rommel Javier Chocho Rivas

Figura 25: Pantalla Reporte Usuarios



4.8.2. Museo

- **Gráfico:** Presenta un gráfico de barras con la siguiente información.
 - Piezas de arte más visitadas en el año en curso.
 - Piezas de arte más recomendadas en el año en curso.
- Estos gráficos están disponibles para descarga en formatos PDF, PNG y JPG.

Figura 26: Pantalla Reporte Museo



4.8.3. Comentarios

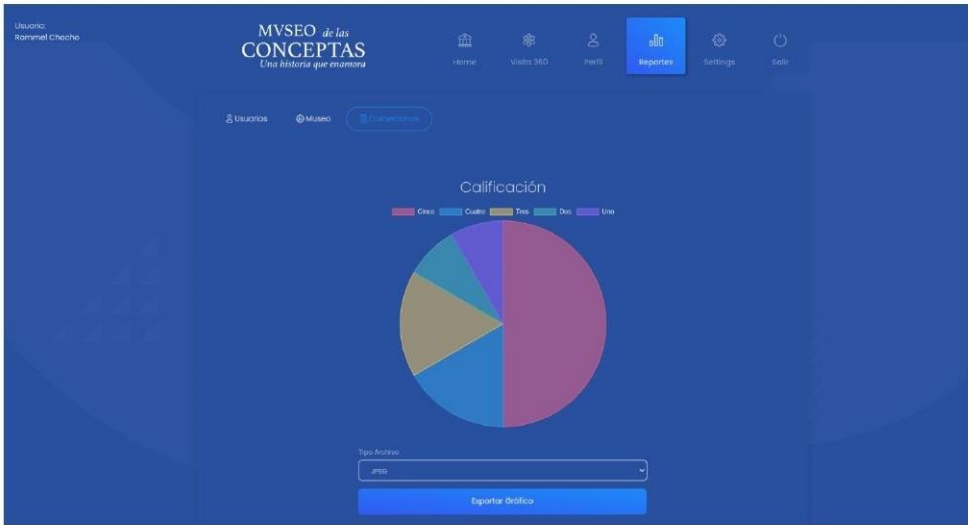
- **Gráfico:** Presenta un gráfico Pie con la siguiente información:
 - Porcentaje de comentarios positivos y negativos en una escala del 1 al 5.

Rommel Javier Chocho Rivas

UCUENCA

Estos gráficos están disponibles para descarga en formatos PDF, PNG y JPG.

Figura 27: Pantalla Reporte Comentarios



Rommel Javier Chocho Rivas

Anexo E: Plan de Evaluación de la usabilidad

Sistema de Navegación Virtual 360° del museo “Monasterio de las Conceptas”

Escanee el código QR o ingrese en el link para acceder al sistema



<https://ingsoftware.ucuenca.edu.ec/museodelasconceptas/>

Tareas en el Sistema

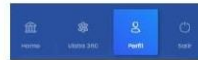
Nota: Para las pruebas en dispositivos móviles el menú aparecerá en el siguiente ícono:



N°	Tarea	Descripción
1	Ingreso	- Dar click sobre el menú Ingresar  - Escoger "Ingresar con Google". Si se tiene ingresado un usuario en el navegador accederá directamente, caso contrario se debe ingresar las credenciales de google para acceder al sistema.



- 2 Cambiar información
- Ingresar al menu de Perfil.



- Cambiar foto, año de nacimiento, nacionalidad y presionar Guardar.



- 3 Visitar Risco
- Dar click en el menu Visita 360.



- Dar click sobre el ícono:



- Utilizar el panel para ingresar a la sala del Risco.



- 4 Verificar Información
- Dar click sobre el botón de la obra principal



- Verificar fotografías presionando los botones:



- Verificar información de la obra presionando el botón:



- | | | |
|---|--------------------|---|
| 5 | Navegar en la sala | <ul style="list-style-type: none"> Utilizar el mouse o flechas del cursor para visitar toda la sala. Probar la navegación utilizando los botones: |
|---|--------------------|---|



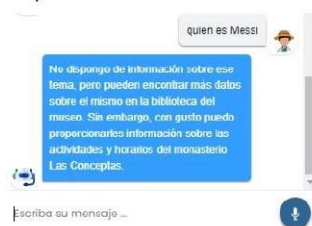
- | | | |
|---|------------------|--|
| 2 | Crear comentario | <ul style="list-style-type: none"> Dar click sobre el menu Home |
|---|------------------|--|



- Al final de la página crear un comentario y escoger una puntuación, luego presionar “Comentar” para agregar un comentario.

Tareas en el ChatBot

Nº	Tarea	Descripción
1	Obtener recomendaciones	- Dar click sobre el menú de Visita 360  - Dar click sobre el ChatBot. 
2	Verificar recomendaciones	- Dar click sobre una recomendación - Verificar información de la obra y la foto de la misma.

	
3 Realizar preguntas	• Ingresar tu pregunta en el cuadro de texto y dar click en el botón enviar.  • Realizar de 2 a 5 preguntas sobre el museo y verificar las respuestas
4 Probar audio	• Presionar botón para realizar preguntas mediante audio y volver a presionarlo para enviar la pregunta. 
5 Realizar preguntas sin sentido	• Realizar preguntas fuera del contexto del museo o sin sentido para verificar el control de errores. 

Escanee el código QR o ingrese en el link para acceder a la encuesta



https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfr-JVrg06Swvg8RloKXMnxtAiFvsp9hQUW_Zm3dbB_gxr0Fg/viewform?usp=sf_link

Anexo F: Datos Demográficos de la Encuesta

Encuesta sobre el Sistema de Navegación Virtual 360° para el museo "Monasterio de las Conceptas" (Prototipo con 3 salas)

Finalidad de la Encuesta

La finalidad de esta encuesta es recopilar información detallada sobre la experiencia de los usuarios que utilizan el sistema de navegación 360° del museo virtual, complementado con un ChatBot y un Sistema de Recomendaciones. Con estos datos, buscamos entender mejor cómo los visitantes interactúan con el sistema, identificar áreas de mejora y evaluar el nivel de satisfacción general con la plataforma. La información obtenida nos permitirá optimizar la usabilidad y la funcionalidad del sistema, asegurando que ofrezca una experiencia educativa, interactiva y agradable.

Objetivo de la Encuesta

El objetivo principal de esta encuesta es evaluar la facilidad de navegación y la satisfacción general de los visitantes del museo virtual. Queremos conocer la percepción de los usuarios sobre la facilidad de uso del sistema de navegación 360°, la utilidad del ChatBot como guía virtual y la efectividad del Sistema de Recomendaciones. Los resultados de esta encuesta nos proporcionarán una base sólida para realizar mejoras continuas en el sistema, garantizando que cumple con las expectativas y necesidades de los usuarios.

IMPORTANTE:

- Lea detenidamente cada pregunta y seleccione la opción con la que se sienta más identificado.
- Tenga la seguridad de que sus respuestas serán completamente confidenciales.
- No existen respuestas correctas o incorrectas.
- Todas las preguntas son obligatorias.

Información demográfica

Género *

Elige ▼

Edad *

23

País *

Ecuador

Ciudad *

Cuenca

Tipo de dispositivo a usar *

Celular ▼

¿Tiene experiencia usando un sistema similar? *

No

¿Ha usado un sistema con un ChatBot? *

Si

¿Ha visitado el museo "Monasterio de las Conceptas" alguna vez? *

No

Anexo G: Cuestionario SUS

Preguntas sobre el sistema de Navegación Virtual 360° del museo "Monasterio de las Conceptas"

Escoge la opción que mejor represente tu nivel de acuerdo o desacuerdo con la afirmación.

Creo que me gustaría utilizar este sistema con frecuencia *

Elige ▼

Encontré el sistema innecesariamente complejo *

Elige ▼

Pienso que el sistema es fácil de usar *

Elige ▼

Creo que necesitaría el apoyo de un técnico para poder utilizar este sistema *

Elige ▼

Encontré que las diversas funciones de este sistema estaban bien integradas

Elige

Pensé que había demasiada inconsistencia en este sistema *

Elige

Me imagino que la mayoría de la gente aprendería a utilizar este sistema muy rápidamente *

Elige

Encontré el sistema muy complicado de usar *

Elige

*

Me sentí muy seguro usando el sistema

Elige ▼

Necesito aprender muchas cosas antes de empezar con este sistema *

Elige ▼

Anexo H: Cuestionario CUQ

Preguntas sobre el ChatBot del sistema de Navegación Virtual 360° del museo "Monasterio de las Conceptas"

Escoge la opción que mejor represente tu nivel de acuerdo o desacuerdo con la afirmación.

La interacción con el ChatBot era realista y atractiva *

Elige ▼

El ChatBot parecía demasiado robótico *

Elige ▼

El ChatBot fue acogedor durante la configuración inicial *

Elige ▼

El ChatBot parecía muy antipático *

Elige ▼

El ChatBot explicó bien su alcance y propósito *

Elige ▼

El ChatBot no dió ninguna indicación sobre su propósito *

Elige ▼

El ChatBot era fácil de navegar *

Elige ▼

Sería fácil confundirse al usar el ChatBot *

Elige ▼

El ChatBot me entendió bien las preguntas que realicé respecto al museo de las
conceptas *

Elige ▼

*

El ChatBot no reconoció muchas de mis preguntas

Elige ▼

*

Las respuestas del ChatBot fueron útiles, apropiadas e informativas

Elige ▼

*

Las respuestas del ChatBot fueron irrelevantes

Elige ▼

*

El ChatBot manejó bien los errores o equivocaciones

Elige ▼

El ChatBot parecía incapaz de manejar cualquier error *

Elige ▼

El ChatBot era muy fácil de usar *

Elige ▼

El ChatBot era muy complejo *

Elige ▼

Anexo I: Cuestionario UEQ

Preguntas sobre la experiencia y satisfacción sobre el sistema el sistema de Navegación Virtual 360° del museo "Monasterio de las Conceptas"

El cuestionario incluye una serie de afirmaciones opuestas, y los participantes deben elegir en qué medida están de acuerdo con cada par de afirmaciones en una escala de 1 a 7, donde 1 indica una fuerte inclinación hacia la afirmación negativa y 7 indica una fuerte inclinación hacia la afirmación positiva

Rápido - Lento *

Elige ▼

Creativo - Aburrido *

Elige ▼

Organizado - Desordenado *

Elige ▼

Fácil de aprender - Difícil de aprender *

Elige ▼

Útil - Inútil *

Elige

Agradable - Desagradable *

Elige

Seguro - Inseguro *

Elige

Motivador - Desmotivador *

Elige

Cumple con las expectativas - No cumple con las expectativas *

Elige

Inventivo - Convencional *

Elige



Claro - Confuso *

Elige



Práctico - Poco práctico *

Elige



Atractivo - Poco atractivo *

Elige



De vanguardia - Desactualizado *

Elige



Bueno - Malo *

Elige

Entretenido - Aburrido *

Elige

Predecible - Impredecible *

Elige

Rápido de usar - Lento de usar *

Elige

Original - Común *

Elige

Complicado - Fácil *

Elige

Valioso - Inferior *

Elige

Amigable - Poco amigable *

Elige

Seguro - Inseguro *

Elige

Alentador - Desalentador *

Elige

Cumple con las expectativas - No cumple con las expectativas *

Elige ▼

Innovador - Conservador *

Elige ▼

Anexo J: Preguntas Adicionales

Preguntas adicionales sobre la visita virtual.

¿Ha visitado algún museo de forma presencial? *

- ☐ Si
- ☐ No

¿Recomendaría realizar una visita virtual en lugar de una visita de manera presencial? *

- ☐ Si
- ☐ No

Recomendaría que este tipo de recorridos se amplíe a todas las salas para visitar virtualmente el museo "Monasterio de las Conceptas" *

- ☐ Si
- ☐ No

¿Cuáles son las razones por las que tiene o no la intención de utilizar el sistema de recorrido virtual en un futuro?

Tu respuesta

¿Tiene alguna sugerencia de cómo mejorar el Sistema de Navegación Virtual 360° para el museo "Monasterio de las Conceptas"?

Tu respuesta
