



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA  
INFORMACIÓN**

**Guía virtual interactiva utilizando inteligencia artificial para el  
recorrido virtual del museo del cantón Guano**

**Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniería en  
Tecnologías de la Información**

**Autor:  
Jaramillo Castillo Kelvin Javier**

**Tutor:  
Ing. Milton Paúl Lopez Ramos Mgs**

**Riobamba, Ecuador. 2024**

## DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Kelvin Javier Jaramillo Castillo, con cédula de ciudadanía 2250026636, autor del trabajo de investigación titulado: Guía virtual interactiva utilizando inteligencia artificial para el recorrido virtual del museo del cantón Guano, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Así mismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor de la obra referida será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 19 de septiembre.



---

Kelvin Javier Jaramillo Castillo

C.I: 2250026636



## ACTA FAVORABLE - INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En la Ciudad de Riobamba, a los diecinueve días del mes de septiembre de 2024, luego de haber revisado el Informe Final del Trabajo de Investigación presentado por el estudiante **KELVIN JAVIER JARAMILLO CASTILLO** con CC: **2250026636**, de la carrera de **Ingeniería en Tecnologías de la Información** y dando cumplimiento a los criterios metodológicos exigidos, se emite el **ACTA FAVORABLE DEL INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN** titulado "**GUÍA VIRTUAL INTERACTIVA UTILIZANDO INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA EL RECORRIDO VIRTUAL DEL MUSEO DEL CANTÓN GUANO**", por lo tanto se autoriza la presentación del mismo para los trámites pertinentes.



MILTON PAUL LOPEZ  
RAMOS

---

Mgs. Milton López  
**TUTOR**

## CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “GUÍA VIRTUAL INTERACTIVA UTILIZANDO INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA EL RECORRIDO VIRTUAL DEL MUSEO DEL CANTÓN GUANO”, presentado por Kelvin Javier Jaramillo Castillo, con cédula de identidad número 2250026636, bajo la tutoría del Mgs. Milton Paúl López Ramos; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a los 18 días del mes de octubre del 2024.

Jorge Delgado, Mgs.  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO**



---

Danny Velasco, Mgs.  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**



---

Diego Reina, Mgs.  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**



---



Dirección  
Académica  
VICERRECTORADO ACADÉMICO

*en movimiento*



UNACH-RGF-01-04-08.17

VERSIÓN 01: 06-09-2021

# CERTIFICACIÓN

Que, **JARAMILLO CASTILLO KELVIN JAVIER** con CC: **2250026636**, estudiante de la Carrera **INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**, Facultad de **INGENIERÍA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado **"GUÍA VIRTUAL INTERACTIVA UTILIZANDO INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA EL RECORRIDO VIRTUAL DEL MUSEO DEL CANTÓN GUANO"**, cumple con el 8%, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **TURNITIN**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 8 de octubre de 2024



MILTON PAUL LÓPEZ  
SANCHEZ

---

Mgs. Milton López  
**TUTOR PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

## **DEDICATORIA**

Este proyecto de investigación se lo dedico principalmente a mis padres, Fanny y Javier, porque desde el primer minuto en el que me propuse este reto no dudaron en apoyarme y ser mi mayor fuente de inspiración y fortaleza para cumplir este propósito de culminar mi carrera y que con su cariño incondicional pude lograrlo. También, a mis hermanos que siempre estuvieron presentes para ayudarme de una u otra manera en cualquier dificultad de mi vida, a mis abuelitos que con cada una de sus enseñanzas me han ayudado a ser mejor y porque siempre han estado orgullosos de que haya decidido continuar con mis estudios universitarios.

A mi cuñado que para mí se ha convertido en un hermano más, Ovidio no podía desaprovechar esta oportunidad para agradecerte porque cuando he necesitado de alguien siempre has estado ahí, hemos pasado cosas buenas, cosas malas, pero cada una han sido anécdotas, nos hemos visto caer y levantarnos y también al estar presente en este ciclo de vida.

A mi ídolo Cristiano Ronaldo Do Santos Aveiro “El Bicho”, el mejor futbolista de toda la historia, cuyo espíritu de superación, disciplina y dedicación, han sido una fuente constante de inspiración en mi vida académica y personal. Su ejemplo de esfuerzo y perseverancia me ha motivado a enfrentar cada desafío con determinación y a buscar la excelencia en todo lo que hago. Gracias por mostrarme que, con trabajo duro y pasión, no hay metas inalcanzables.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero darle las gracias a mis padres, que han sido mi fuente de inspiración para poder cumplir esta etapa tan importante en mi vida, también a mis hermanos que siempre estuvieron pendientes en este proceso.

También, quiero agradecer a la Universidad Nacional de Chimborazo por darme la oportunidad de estudiar una de sus carreras, a todos sus docentes (Ing. Diego, Ing. Allauca, Ing. Ximena, Ing. Estela, etc.) que semestre a semestre me brindaron su enseñanza para poder aprender cosas nuevas e irme formando profesionalmente.

Agradecer también a mis compañeros y amigos Cristian, Joel, Bryan y Anthony con quienes entablamos una gran amistad, gracias por compartir conmigo tantas experiencias, tanto dentro como fuera del aula. Su apoyo, amistad y espíritu colaborativo hicieron de este viaje una aventura memorable en cada momento de estudio compartido, cada conversación profunda en las madrugadas haciendo trabajos y cada risa por cualquier ocurrencia. Su amistad ha sido un pilar fundamental en mi desarrollo académico y personal, y por ello, les estoy eternamente agradecido.

También al Ing. Jorge Delgado quien me ayudó a comprender muchos aspectos que pasaba por alto por falta de experiencia de vida, me dio consejos cuando los necesité y sin importar horarios contestó y ayudó en todo, además de darnos el empuje para con mis amigos formar un grupo en la universidad de proyectos que veníamos desarrollando.

## ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA	
DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL	
CERTIFICADO ANTIPLAGIO	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	
ABSTRACT	
CAPÍTULO I.....	15
INTRODUCCION.....	15
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	16
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	16
1.4 OBJETIVOS.....	16
CAPÍTULO II.....	17
MARCO TEÓRICO .....	17
2.1 INTELIGENCIA ARTIFICIAL.....	17
2.1.1 CONVAL.....	17
2.1.2 CHATGPT.....	18
2.2 RECORRIDO VIRTUAL .....	19
2.2.1 MUSEOS VIRTUALES.....	19
2.3 UNREAL ENGINE .....	19
2.3.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES .....	20
2.3.2 PROGRAMACIÓN POR NODOS .....	20
2.4 METAHUMAN.....	21
2.4.1 FUNCIONES PRINCIPALES .....	21



2.5	PLAYFAB .....	23
2.5.1	CARACTERÍSTICAS .....	23
2.6	METODOLOGÍA SUM PARA DESARROLLO DE VIDEOJUEGOS .....	23
2.6.1	CICLOS .....	23
2.7	NORMA ISO/IEC 25010 .....	25
2.7.1	USABILIDAD APLICANDO LA NORMA ISO/IEC 25010 .....	26
CAPÍTULO III. ....		27
METODOLOGIA.....		27
3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	27
3.2	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	27
3.3	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	27
3.4	POBLACIÓN DE ESTUDIO Y TAMAÑO DE MUESTRA.....	27
3.5	MÉTODOS DE ANÁLISIS, Y PROCESAMIENTO DE DATOS.....	27
3.6	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES .....	28
3.6.1	VARIABLE DEPENDIENTE.....	28
3.6.2	VARIABLE INDEPENDIENTE .....	28
3.7	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	29
3.8	METODOLOGÍA DE DESARROLLO .....	30
3.8.1	FASE 1: CONCEPTO .....	30
3.8.2	FASE 2: PLANIFICACIÓN.....	31
3.8.3	FASE 3: ELABORACIÓN.....	33
3.8.4	BETA.....	43
3.8.5	FASE DE PRUEBAS .....	45
CAPÍTULO IV. ....		52
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		52
4.1	RESULTADOS .....	52
4.1.1	RESULTADOS APLICANDO LA ESCALA DE LIKERT.....	59
4.2	DISCUSIÓN.....	61
CAPÍTULO V. ....		62
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		62
5.1	CONCLUSIONES.....	62
5.2	RECOMENDACIONES .....	63

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1:</b> OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	29
<b>TABLA 2:</b> REQUISITOS FUNCIONALES .....	32
<b>TABLA 3:</b> REQUISITOS NO FUNCIONALES .....	32
<b>TABLA 4:</b> MÉTRICAS DE LA USABILIDAD DE LA NORMA ISO 25010.....	45
<b>TABLA 5:</b> ESCALA DE LIKERT - CLARIDAD DE INFORMACIÓN .....	46
<b>TABLA 6:</b> ESCALA DE LIKERT - TIEMPO DE RESPUESTA.....	46
<b>TABLA 7:</b> ESCALA DE LIKERT - ATRACTIVO VISUAL.....	46
<b>TABLA 8:</b> ESCALA DE LIKERT - PORCENTAJE DE APRENDIZABILIDAD Y OPERABILIDAD.....	46
<b>TABLA 9:</b> ESCALA DE LIKERT - PROTECCIÓN FRENTE A ERRORES .....	47
<b>TABLA 10:</b> ENCUESTA CON VALORES EN ESCALA DE LIKERT .....	59
<b>TABLA 11:</b> REPRESENTACIÓN DE LOS VALORES POR PREGUNTA .....	60

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO 1:</b> ENCUESTA PARA EVALUAR LA USABILIDAD DE LA APLICACIÓN MEDIANTE .....	65
<b>ANEXO 2:</b> EXCEL DE LA ENCUESTA CON LAS TABLAS Y RESULTADOS: .....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1: DEFINICIONES DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL CUATRO CATEGORÍAS</b> .....	17
<b>FIGURA 2: FUNCIONAMIENTO DE CONVAI</b> .....	18
<b>FIGURA 3: PROGRAMACIÓN POR NODOS</b> .....	20
<b>FIGURA 4: CREAR METAHUMAN</b> .....	21
<b>FIGURA 5: ANIMAR METAHUMAN</b> .....	22
<b>FIGURA 6: PRUEBA DE PERSONAJE</b> .....	22
<b>FIGURA 7: ORGANIGRAMA DE LA NORMA ISO 25010</b> .....	26
<b>FIGURA 8: APARTADO PRINCIPAL DEL MUSEO</b> .....	30
<b>FIGURA 9: PROYECTO BETA DEL MUSEO</b> .....	33
<b>FIGURA 10: PLUGIN DE CESIUM FOR UNREAL</b> .....	34
<b>FIGURA 11: PROYECTO APLICADO CESIUM</b> .....	34
<b>FIGURA 12: QUIXEL BRIDGE</b> .....	35
<b>FIGURA 13: CREACIÓN DE PERSONAJES CON METAHUMAN CREATOR</b> .....	35
<b>FIGURA 14: CUENTA DE CONVAI</b> .....	36
<b>FIGURA 15: ENTRENAMIENTO DE LA GUÍA</b> .....	36
<b>FIGURA 16: INSTALACIÓN PLAYFAB SDK</b> .....	37
<b>FIGURA 17: PLUGIN DE PLAYFAB</b> .....	37
<b>FIGURA 18: CUENTA EN PLAYFAB</b> .....	38
<b>FIGURA 19: PROYECTO EN PLAYFAB</b> .....	38
<b>FIGURA 20: WIDGET DE LA UI</b> .....	39
<b>FIGURA 21: DISEÑO DE LA UI</b> .....	39
<b>FIGURA 22: PROGRAMACIÓN DE LA UI</b> .....	40
<b>FIGURA 23: DISEÑO DEL SIGN UP</b> .....	40
<b>FIGURA 24: PROGRAMACIÓN DEL SIGN UP</b> .....	41
<b>FIGURA 25: DISEÑO DEL MENÚ DE PAUSA</b> .....	41
<b>FIGURA 26: PROGRAMACIÓN DEL MENÚ DE PAUSA</b> .....	42
<b>FIGURA 27: DISEÑO DEL MENÚ DE CONFIGURACIÓN</b> .....	42
<b>FIGURA 28: PROGRAMACIÓN DEL MENÚ DE CONFIGURACIÓN</b> .....	43
<b>FIGURA 29: BETA DEL RECORRIDO</b> .....	43
<b>FIGURA 30: REGISTRO DE USUARIO</b> .....	44
<b>FIGURA 31: REGISTRO EN PLAYFAB</b> .....	44
<b>FIGURA 32: INFORMACIÓN GENERAL DEL USUARIO</b> .....	44
<b>FIGURA 33: CLARIDAD DE LA INFORMACIÓN</b> .....	47
<b>FIGURA 34: TIEMPO DE RESPUESTA</b> .....	47
<b>FIGURA 35: ATRACTIVO VISUAL</b> .....	48
<b>FIGURA 36: PORCENTAJE DE APRENDIZABILIDAD</b> .....	48
<b>FIGURA 37: OPERABILIDAD</b> .....	48
<b>FIGURA 38: PROTECCIÓN FRENTE A ERRORES</b> .....	49

<b>FIGURA 39:</b> RESPUESTAS SECCIÓN - CLARIDAD DE LA INFORMACIÓN .....	49
<b>FIGURA 40:</b> RESPUESTAS SECCIÓN – TIEMPO DE RESPUESTA .....	49
<b>FIGURA 41:</b> RESPUESTAS SECCIÓN – TIEMPO DE RESPUESTA .....	50
<b>FIGURA 42:</b> RESPUESTAS SECCIÓN – PORCENTAJE DE APRENDIZABILIDAD .....	50
<b>FIGURA 43:</b> RESPUESTAS SECCIÓN – OPERABILIDAD .....	50
<b>FIGURA 44:</b> RESPUESTAS SECCIÓN – PROTECCIÓN FRENTE A ERRORES .....	51
<b>FIGURA 45:</b> GÉNERO DE LOS ENCUESTADOS .....	52
<b>FIGURA 46:</b> CLARIDAD DE LA INFORMACIÓN – PREGUNTA 1.....	52
<b>FIGURA 47:</b> CLARIDAD DE LA INFORMACIÓN – PREGUNTA 2.....	53
<b>FIGURA 48:</b> TIEMPO DE RESPUESTA – PREGUNTA 1 .....	53
<b>FIGURA 49:</b> TIEMPO DE RESPUESTA – PREGUNTA 2 .....	54
<b>FIGURA 50:</b> ATRACTIVO VISUAL – PREGUNTA 1 .....	54
<b>FIGURA 51:</b> ATRACTIVO VISUAL – PREGUNTA 2 .....	55
<b>FIGURA 52:</b> PORCENTAJE DE APRENDIZABILIDAD – PREGUNTA 1.....	55
<b>FIGURA 53:</b> PORCENTAJE DE APRENDIZABILIDAD – PREGUNTA 2.....	56
<b>FIGURA 54:</b> OPERABILIDAD – PREGUNTA 1 .....	56
<b>FIGURA 55:</b> OPERABILIDAD – PREGUNTA 2 .....	57
<b>FIGURA 56:</b> PROTECCIÓN FRENTE A ERRORES – PREGUNTA 1 .....	57
<b>FIGURA 57:</b> PROTECCIÓN FRENTE A ERRORES – PREGUNTA 2.....	58
<b>FIGURA 58:</b> GRAFICO DEL PORCENTAJE DE SATISFACCIÓN .....	60

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue implementar una guía virtual interactiva utilizando inteligencia artificial (IA) para el recorrido virtual del Museo del Cantón Guano. Se aplicó para su desarrollo La metodología SUM, específica para el desarrollo de videojuegos, fue utilizada para asegurar la calidad y eficiencia del proyecto, para lo cual se enfocó en evaluar la usabilidad de la guía virtual siguiendo la norma ISO/IEC 25010. Se llevaron a cabo encuestas estructuradas dirigidas a estudiantes de séptimo semestre de TI para recopilar datos sobre la claridad de la información, tiempo de respuesta, atractivo visual, porcentaje de aprendizabilidad, operabilidad y protección frente a errores.

Los resultados demostraron una alta satisfacción entre los usuarios en todos los parámetros evaluados. La integración de la IA, mediante el uso del API de Convai, permitió la creación de experiencias interactivas y personalizadas, facilitando la generación de contenido dinámico y la interacción en tiempo real. La guía virtual obtuvo un porcentaje general de usabilidad del 92,2%, destacándose como una herramienta altamente usable y efectiva.

En las conclusiones, se confirmó el potencial de las tecnologías de IA para mejorar la experiencia del usuario en recorridos virtuales, proporcionando interactividad y relevancia en la información presentada. El API de Convai se mostró como una solución efectiva para la generación de contenido dinámico y la adaptación a las preguntas de los usuarios, asegurando una experiencia interactiva y precisa. La evaluación de la usabilidad validó la eficacia de la aplicación, asegurando una experiencia positiva y confiable para los usuarios.

**Palabras claves:** Inteligencia Artificial, Recorridos Virtuales, Guías Virtuales, Convai, Unreal Engine, Museos Interactivos, Metodología SUM.

## ABSTRACT

The objective of this research was to implement an interactive virtual guide using artificial intelligence (AI) for the virtual tour of the Guano Canton Museum. The SUM methodology, specific to the development of video games, was used to ensure the quality and efficiency of the project, which focused on evaluating the usability of the virtual guide following the ISO/IEC 25010 standard. Structured surveys were conducted with seventh-semester IT students to collect data on information clarity, response time, visual appeal, percentage of learnability, operability, and error protection. The results of the research were overwhelmingly positive, with users expressing high satisfaction across all evaluated parameters. The integration of AI, facilitated by Convai's API, enabled the creation of interactive and personalized experiences, leading to the generation of dynamic content and real-time interaction. The virtual guide's overall usability percentage of 92.2% underscores its status as a highly effective and user-friendly tool. The research conclusions underscore the transformative potential of AI technologies in enriching user experience in virtual tours. When effectively harnessed, these technologies can provide interactivity and relevance to the information presented. Convai's API emerged as a powerful tool for generating dynamic content and adapting to user queries, ensuring an interactive and accurate experience. The usability evaluation further validated the application's effectiveness, guaranteeing a positive and reliable experience for users.

**Keywords:** Artificial Intelligence, Virtual Tours, Virtual Guides, Convai, Unreal Engine, Interactive Museums, SUM Methodology.



Revisado y certificado por:  
MARIA FERNANDA  
PONCE MARCILLO

Reviewed by:  
Mgs. Maria Fernanda Ponce  
**ENGLISH PROFESSOR**  
C.C. 0603818188

## **CAPÍTULO I.**

### **INTRODUCCION**

En la era digital actual, la tecnología se ha convertido en un aliado fundamental para potenciar y enriquecer diversas experiencias, y los museos no son la excepción. Los recorridos virtuales ofrecen una oportunidad única para explorar el vasto patrimonio cultural de diferentes regiones, permitiendo a visitantes de todo el mundo sumergirse en la riqueza histórica y artística de cada lugar.

El Museo del Cantón Guano, como custodio de la herencia cultural de la región, posee una colección invaluable que merece ser presentada de manera innovadora. La utilización de tecnologías de vanguardia. Esta investigación busca explorar cómo la inteligencia artificial puede ser aprovechada para mejorar la interactividad y relevancia de la información presentada durante el recorrido virtual, fomentando así un mayor compromiso y comprensión por parte de los usuarios.

A lo largo de esta investigación, se analizarán los principios de la inteligencia artificial aplicados a las guías virtuales, destacando la importancia de la comprensión contextual y la capacidad de respuesta en tiempo real. La inteligencia artificial (IA) puede proveer a este tipo de proyectos características como: crear personaje con la historia, la voz y la experiencia adecuadas.

Se puede encontrar diversas tecnologías de inteligencia artificial, en esta investigación en particular se utilizará CONVAI, que es una plataforma que proporciona IA conversacional para mundos virtuales. El api de CONVAI se integrará con un recorrido virtual desarrollado con el motor de Unreal Engine para brindar un guía virtual de la misma.

## **1.1 Planteamiento del Problema**

El área turística a nivel mundial viene arrastrando limitaciones en su manejo y esto se vio más reflejado con la llegada de la pandemia COVID-19 y las restricciones que trajo con ella, existen muchos lugares turísticos alrededor del mundo el cuál la gran mayoría de personas no conoce ni conocerá por limitaciones de “viaje, dinero, trabajo, entre otros factores. Por ello, centrados en el cantón Guano y sus rincones turísticos, la realización de un Guía virtual interactiva para el recorrido virtual de su museo, es una mejora y aporte para contrarrestar estas situaciones y resolver en gran manera los problemas de poder conocer un lugar sin la necesidad de estar ahí.

La integración de la tecnología y su avance en el ámbito turístico se ha dado de forma poco habitual, debido al poco conocimiento de su implementación de una manera efectiva, sin embargo, podría ser una oportunidad de avance innovador para la difusión turística de los lugares emblemáticos desde la comunidad de nuestros hogares.

## **1.2 Justificación**

La implementación de una guía virtual interactiva para el recorrido del museo del cantón Guano, ayudará a mostrar de mejor manera la información de las piezas que se encuentran dentro del museo, de ese modo mejorando la experiencia de los usuarios para que puedan conocer la cultura del cantón.

La guía virtual acompañará a los visitantes en su recorrido para dar una expectativa de estar dentro del museo real.

## **1.3 Formulación del Problema**

¿Cómo la implementación de una inteligencia artificial en el recorrido virtual del museo del cantón Guano incide en la usabilidad de la aplicación?

## **1.4 Objetivos**

### **Objetivo General**

- Implementar una guía virtual interactiva utilizando inteligencia artificial para el recorrido virtual del museo del cantón Guano.

### **Objetivos Específicos**

- Investigar sobre el uso de tecnologías de inteligencia artificial para recorridos virtuales.
- Desarrollar el recorrido virtual con el API de la inteligencia artificial CONVAI.
- Evaluar usabilidad de la aplicación utilizando la norma ISO/IEC 25010.



## CAPÍTULO II.

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Inteligencia artificial

La inteligencia artificial (IA) es un entorno en el que se imitan los procesos intelectuales humanos mediante la creación y aplicación de algoritmos creados en un entorno informático dinámico. El objetivo de la inteligencia artificial es hacer que las computadoras piensen y se comporten como humanos. Es la capacidad de aprender, comprender y emitir juicios u opiniones basados en la razón. La IA es un campo de la informática que tiene como objetivo crear máquinas inteligentes que funcionen y reaccionen como humanos [1].

El uso de la inteligencia artificial requiere la capacidad de procesar automáticamente enormes cantidades de datos, traducirlos a un lenguaje comprensible y, sobre todo, realizar acciones que originalmente no estaban previstas en base a este procesamiento. Las máquinas pueden predecir tendencias, reconocer patrones y crear nuevos objetos. Optimizan, organizan y toman decisiones más exhaustivas [2].

Tomando en cuenta el libro de Russell and Norwing sobre la IA, a continuación, en la figura 1 se compara las cuatro categorías que definen la inteligencia artificial:

		Medidas del Éxito	
		En términos de Inteligencia Humana	En términos de Racionalidad
Dimensiones de la Definición	Procesos Mentales Y Razonamiento	<b>Sistemas que piensan como humanos</b> <i>"El nuevo y excitante esfuerzo de hacer que los computadores piensen... máquinas con mentes, en el más amplio sentido literal". (Haugeland, 1985)</i> <i>"La automatización de actividades que vinculamos con procesos de pensamiento humano, actividades como la toma de decisiones, resolución de problemas, aprendizaje..." (Bellman, 1978)</i>	<b>Sistemas que piensan racionalmente</b> <i>"El estudio de las facultades mentales mediante el uso de modelos computacionales". (Charniak y McDermott, 1985)</i> <i>"El estudio de los cálculos que hacen posible percibir, razonar y actuar". (Winston, 1992)</i>
	Conducta	<b>Sistemas que actúan como humanos</b> <i>"El arte de desarrollar máquinas con capacidad para realizar funciones que cuando son realizadas por personas requieren de inteligencia". (Kurzweil, 1990)</i> <i>"El estudio de cómo lograr que los computadores realicen tareas que, por el momento, los humanos hacen mejor". (Rich y Knight, 1991)</i>	<b>Sistemas que actúan racionalmente</b> <i>"La inteligencia Computacional es el estudio del diseño de agentes inteligentes". (Poole et al., 1998)</i> <i>"IA.... Está relacionada con conductas inteligentes en artefactos". (Nilson, 1998)</i>

**Figura 1:** Definiciones de la Inteligencia artificial cuatro categorías

Fuente: [1]

##### 2.1.1 CONVAI

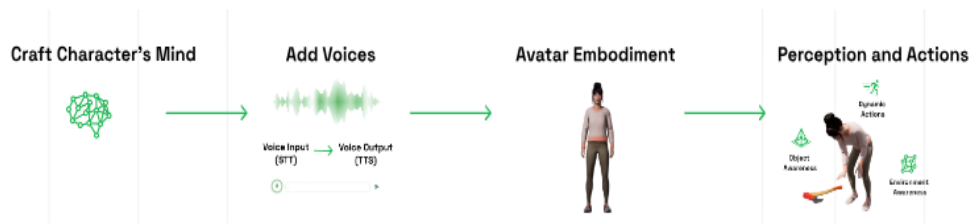
CONVAI es una plataforma que nos permite crear e integrar personajes de inteligencia artificial con habilidades de habla similares a la de una persona en juegos y aplicaciones del mundo virtual para la mejora con el usuario [3].

- **¿Cómo funciona?**

CONVAI al crear una cuenta en su sitio oficial, nos permite crear un avatar el cual se utilizará y entrenará con información y acciones que permitirá la interacción dentro del proyecto [3].

Para ello se debe conectar el API de CONVAI al motor de juego mediante pluggins y el Character's ID para poder realizar conversaciones abiertas por voz o texto y realizar acciones [3].

A continuación, en la figura 2 se muestra de forma resumida cómo funciona CONVAI:



**Figura 2:** Funcionamiento de CONVAI  
**Fuente:** [3]

### 2.1.2 ChatGPT

El modelo de lenguaje de inteligencia artificial GPT-3.5 fue la base del sistema de chat ChatGPT, desarrollado por OpenAI. El modelo está equipado con más de 175 millones de parámetros y está entrenado para realizar tareas relacionadas con el lenguaje, incluida la traducción y la generación de texto, utilizando grandes cantidades de texto [4].

A esta IA se le ha enseñado a mantener comunicación con cualquier persona, como lo demuestra ChatGPT. Los algoritmos deben ser capaces de comprender sus preguntas, incluidos los adjetivos y las variaciones agregadas en sus oraciones, y responder a sus consultas de manera lógica [4].

- **¿Qué es la API ChatGPT?**

Chatgpt API es una herramienta que se puede utilizar para agregar la funcionalidad chatgpt a su software y está disponible en lenguajes de programación. La API basada en la nube del chat gpt de openai permite a sus usuarios acceder desde cualquier dispositivo. La API convierte su aplicación en un programa de PNL que puede participar en discusiones intrincadas [5].

- **¿Cuál es el costo de la clave API ChatGPT?**

La cantidad de personas que solicitan la API en el momento de su solicitud es uno de los factores que inciden en esto. Cuanto mayor sea el número, mayor será el precio que pagará por su API [5].

El costo de la clave API de ChatGPT está influenciado por la cantidad de caracteres que desea generar. El costo del gpt-4 vuelve a ser mayor [5].

- El estándar gpt-4 sugiere que 1000 tokens pueden valer aproximadamente 750 palabras, con un costo de 1000 tokens por 1000 tokens que oscila entre 0,03 y 0,12
- La puntuación gpt-3,5 está dentro del rango de 0,0015 a 0,004 por 1000 tokens

## **2.2 Recorrido virtual**

Un recorrido virtual es la recreación de un entorno completamente virtual en el que se puede mover e interactuar para recorrer diferentes espacios. Este movimiento puede ser una excursión programada, puede ser libre movimiento sin restricciones o incluso permitir la interacción con elementos o mobiliario, entre otras cosas [6].

Los recorridos virtuales a menudo le permiten visualizar salas recreadas con información simulada hiperrealista. Esto significa que puede ser un modelo del recorrido de una futura habitación o casa [6].

### **2.2.1 Museos Virtuales**

Los museos virtuales son plataformas en línea que brindan experiencias interactivas y educativas que le permiten explorar colecciones de arte, historia, ciencia u otros campos. Estas plataformas utilizan tecnologías digitales como imágenes de alta resolución, recorridos virtuales en 3D, videos explicativos y herramientas de navegación intuitivas que permiten a los usuarios explorar obras de arte o exhibiciones desde cualquier lugar con conexión a Internet. Los museos virtuales brindan una manera fácil y conveniente de acceder a la cultura y el conocimiento sin limitaciones de tiempo o ubicación física [7].

## **2.3 Unreal Engine**

Unreal Engine es un motor que fue diseñado por desarrolladores para desarrolladores, creado principalmente para videojuegos por la empresa de Epic Games, lanzado para shooters en 1998, aunque esa fue la idea principal, ha sido utilizado para géneros diferentes, Unreal Engine es muy portable y se ha convertido en la herramienta más utilizada por desarrolladores en la actualidad [8].

### 2.3.1 Características Principales

- **Nanite y mapas de sombras virtuales:**  
Mundos abiertos muy detallados, crear mundos con detalles geométricos utilizando Nanite, que usa micropolígonos virtualizados y sombras virtuales. Importe y copie directamente mallas poligonales por valor de millones de dólares mientras mantiene velocidades de fotogramas en tiempo real de hasta 60 fps sin una pérdida notable de precisión [8].
- **Lumen:**  
Iluminación con reflejos dinámicos, permite la adaptación de la iluminación indirecta a cambios directos o geometría, ya no se necesita la luz UV, espera que los mapas se horneen con luz o capturas de reflejo [8].
- **Superresolución Temporal:**  
¿Es mejor la calidad o el rendimiento?, las consolas de nueva generación prefieren los fps (rendimiento) en pantallas de buena calidad, la Temporal Super Resolution o (TSR) permite que se mantenga una buena cantidad de fps sin sacrificar mucho la calidad y eso lo utiliza este motor [8].

### 2.3.2 Programación por nodos

La programación en Unreal Engine funciona mediante blueprints que son un conjunto de nodos para crear funciones sin un lenguaje de programación prescrito. Consiste en ser más accesible, se puede arrastrar los nodos y soltar para conectar entre ellos, esto representa una acción. Los nodos son bloques que dan una acción en específico como; mover, cambiar, reproducir y más, se conectan por líneas que ayudan en el flujo de ejecución [9].

En la figura 3 que se muestra a continuación, se evidencia la forma de conectar los nodos dentro de Unreal:

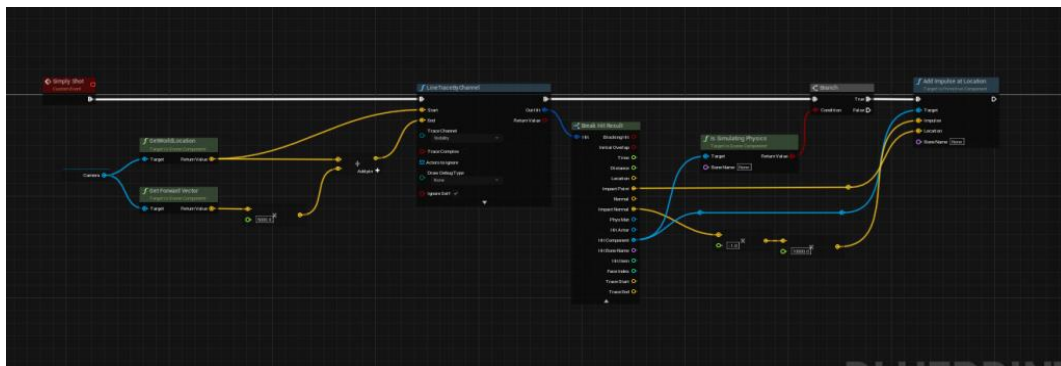


Figura 3: Programación por nodos

Fuente: [9]

## 2.4 MetaHuman

MetaHuman es una tecnología introducida por Epic Games en 2021 que permite a los desarrolladores crear personajes digitales realistas de forma más eficaz y convincente. MetaHuman Creator es una herramienta de Unreal Engine que utiliza captura de movimiento y aprendizaje automático para crear modelos de personajes en 3D con una calidad visual asombrosa y animaciones faciales realistas [8].

Esta tecnología permite a los desarrolladores crear personajes digitales con niveles de detalle y expresiones faciales sin precedentes en tiempo real, lo cual es especialmente útil en las industrias del entretenimiento, los videojuegos y las películas. Los superhéroes creados con esta tecnología pueden tener una variedad de apariencias y expresiones faciales, lo que los hace ideales para narraciones interactivas y experiencias inmersivas. Crea y anima personas digitales realistas para cualquier proyecto de Unreal Engine [8].

MetaHuman es un entorno complejo que te permite crear, animar y utilizar personajes digitales altamente realistas de cualquier forma imaginable.

### 2.4.1 Funciones principales

- **Crear**

Creación de personajes digitales realistas de forma rápida e intuitiva, completamente comprensibles y listos para usar. Aproveche el poder de MetaHuman Creator, una aplicación basada en la nube que le permite crear MetaHumans a partir de símbolos predefinidos en minutos o convertir su propia malla a MetaHuman usando el complemento Unreal Engine [8].

En la figura 4 presentada a continuación, se muestra los elementos principales que proporciona MetaHuman al crear un personaje:

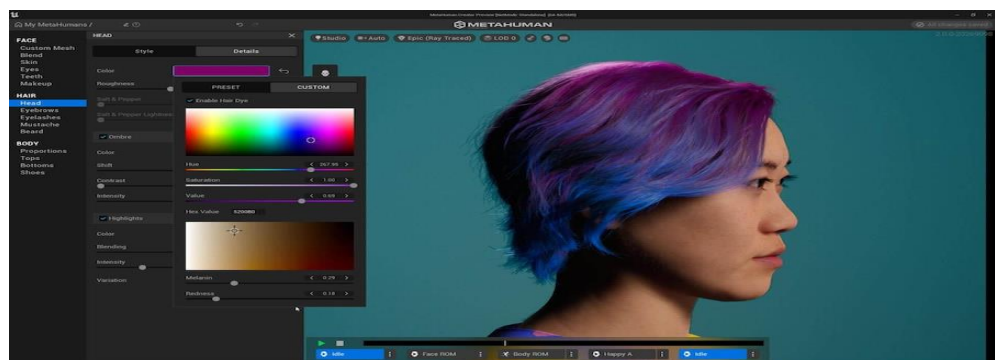


Figura 4: Crear MetaHuman

Fuente: [8]

- **Animar**

Con MetaHuman Animator, puedes recrear movimientos faciales como animaciones realistas en cualquier MetaHuman. Y no necesitas ningún

equipo especial. Incluso funciona en iPhone. Captura y transfiere cada matiz del movimiento de un actor a tu humano digital para deleitar a los espectadores con personajes realistas, lo que te permitirá crear una experiencia completamente inolvidable [8].

A continuación, en la figura 5 tenemos la forma de animar los gestos del personaje en MetaHuman:



**Figura 5:** Animar MetaHuman

**Fuente:** [8]

- **Jugar**

Tus MetaHumans ahora están listos para usar en Unreal Engine, junto con todas las tecnologías avanzadas de creación de personajes, como la animación basada en la física y el complemento ML Deformer. Como verás una vez que estés satisfecho con tu contenido, MetaHumans incluye ocho niveles de detalle (LOD) que te permitirán lograr un rendimiento en tiempo real en la plataforma que necesitas [8].

A continuación, en la figura 6 se muestra el desarrollo final al crear un personaje con MetaHuman:



**Figura 6:** Prueba de personaje

**Fuente:** [8]

## 2.5 PlayFab

Es una plataforma de backend que te permite gestionar la actividad que se genera «en vivo» en tus videojuegos online. Combina la gestión de toda la información de tus usuarios y sus diferentes avatares en videojuegos, métricas para conocer bien a tus usuarios y LiveOps [10].

### 2.5.1 Características

- **Multiplayer Services**  
Identidad entre redes, servidores multijugador y chat de Party accesible para ayudar a que crezcan sus juegos en vivo [10].
- **Análisis**  
Análisis de datos en tiempo real para conocer el comportamiento de los jugadores en los juegos en vivo y reaccionar en consecuencia [10].
- **LiveOps**  
Operaciones en vivo para ejecutar sus juegos como un servicio y retener a los jugadores [10].

## 2.6 Metodología SUM para desarrollo de videojuegos

El método SUM para videojuegos tiene como objetivo desarrollar videojuegos de alta calidad en tiempo y costo, mejorando continuamente el proceso para aumentar su rendimiento y eficiencia. Su propósito es lograr resultados predecibles, gestionar eficazmente los recursos y riesgos del proyecto y lograr una alta productividad para el equipo de desarrollo. SUM está diseñado para equipos pequeños e interdisciplinarios, así como para proyectos cortos. La definición de este método se basa en la Especificación 2.0 del Metamodelo de Ingeniería de Sistemas y Software (SPEM), un metamodelo para describir procesos y métodos desarrollado por el Object Management Group (OMG) [11].

La ventaja de utilizar SPEM es que su estructura permite especificar el proceso de desarrollo del videojuego sin hacer referencia a prácticas específicas, haciéndolo flexible y adaptable a cualquier realidad. Se utilizó Eclipse Process Framework (EPF) para definir la metodología, que proporciona un marco extensible basado en conceptos SPEM 2.0 para definir y gestionar procesos de desarrollo de software. SUM adapta el marco y los roles de Scrum descritos por Ken Schwaber a los videojuegos. Este método se utiliza porque proporciona flexibilidad a la hora de definir el ciclo de vida y puede combinarse fácilmente con otros métodos para adaptarse a diferentes realidades [11].

### 2.6.1 Ciclos

El ciclo de vida se divide en fases iterativas e incrementales, que se realizan de forma secuencial, excepto la fase de gestión de riesgos, que ocurre durante toda la duración del proyecto. Cinco etapas secuenciales: ideación, planificación, desarrollo, prueba beta y cierre. Las fases surgieron como una adaptación al desarrollo de videojuegos

de las fases pre-juego, in-game y post-juego que representa Scrum, coincidiendo las dos primeras fases con las de planificación y desarrollo post-juego y la tercera fase corresponde. hasta la prueba beta y la finalización de la fase de desarrollo [11].

Los principales objetivos de cada etapa son [11]:

- **Concepto**

Su objetivo principal es definir el concepto de videojuego, es decir, identificar los aspectos comerciales, elementos del juego y aspectos técnicos. El concepto del videojuego se basa en las ideas y sugerencias de cada rol sobre los aspectos que deben definirse. Las propuestas se perfeccionan durante las reuniones y se analiza su viabilidad junto con la prueba de concepto.

- **Planificación**

El objetivo principal de esta fase es planificar las fases restantes del proyecto. Esto implica definir el cronograma del proyecto y sus hitos, formar el equipo para la fase de desarrollo de acuerdo con las necesidades técnicas del proyecto, identificar y subcontratar tareas que el equipo no puede realizar, establecer presupuestos y definir especificaciones.

La siguiente sección consiste en describir, evaluar y priorizar cada una de las características funcionales y no funcionales que definen a los videojuegos. Las características funcionales representan la funcionalidad del videojuego desde la perspectiva del usuario final, mientras que las características no funcionales representan los atributos o cualidades que el videojuego debe mostrar.

- **Elaboración**

El objetivo de esta fase es implementar un videojuego. Para lograrlo, trabajamos de forma iterativa e incremental para producir una versión ejecutable del videojuego al final de cada iteración. Se dividen en tres fases: en la primera se planifican los objetivos a alcanzar, las métricas a utilizar para el seguimiento, las funcionalidades a implementar y las tareas necesarias para ello. En la segunda fase se desarrollan las características previstas realizando las tareas contenidas en el mismo.

Al mismo tiempo, se realiza un seguimiento para mantener la visibilidad y controlar las iteraciones en función de los objetivos asumidos. El tercer y último paso es evaluar el estado del videojuego y lo sucedido durante la iteración para actualizar el plan del proyecto en función de la situación actual.

- **Beta**

El propósito de esta fase es evaluar y ajustar varios aspectos del videojuego como la jugabilidad, el entretenimiento, la curva de aprendizaje y curvas difíciles, además de eliminar el mayor número de errores posible. Trabajamos de forma iterativa, lanzando diferentes versiones de videojuegos. Para ello,



primero se distribuirá la versión beta del videojuego probado y se identificarán los aspectos a evaluar.

Cuando se selecciona esta opción, se enviarán informes con errores o calificaciones. Estos informes se analizan para determinar si se deben realizar cambios en el videojuego. Puedes lanzar una nueva versión de tu juego para probarla después de realizar cambios. El ciclo termina cuando

- **Cierre**

El objetivo de esta fase es proporcionar al cliente la versión final del videojuego según las formas establecidas y evaluar el desarrollo del proyecto. La evaluación analiza los problemas encontrados, los éxitos alcanzados, las soluciones encontradas, la eficacia de las tareas realizadas y la fiabilidad de las evaluaciones. Estos hallazgos documentan las lecciones aprendidas y sugieren mejoras metodológicas.

- **Gestión de riesgos**

Esta fase se lleva a cabo durante toda la duración del proyecto, el objetivo es minimizar la aparición y el impacto de los problemas. Esto se debe a que en cada etapa pueden surgir diferentes riesgos por lo que siempre hay que monitorearlos. Para cada riesgo identificado, es necesario determinar la probabilidad y las consecuencias de su ocurrencia, los mecanismos de seguimiento, las estrategias de mitigación y los planes de contingencia.

## **2.7 Norma ISO/IEC 25010**

ISO/IEC 25010 es parte de la familia de estándares ISO 25000. Es un estándar orientado a la usabilidad que define las características de calidad que deben tenerse en cuenta al evaluar las características del software terminado. Se ha demostrado que la calidad del software puede entenderse como el grado en que cumple con los requisitos del usuario, entregando así valor. Estamos hablando de medir la calidad del software [12].

El modelo de calidad es la base para construir un sistema de evaluación de la calidad del producto. Este modelo define las características de calidad que deben tenerse en cuenta al evaluar los atributos de un producto de software determinado. La calidad del software puede entenderse como el grado en que un producto cumple con los requisitos del usuario, entregando así valor. Son estos requisitos (funcionalidad, rendimiento, seguridad, mantenibilidad, etc.) los que se expresan en el modelo de calidad, que clasifica la calidad del producto en características y subcaracterísticas [12].

A continuación, en la figura 7 se muestra el organigrama de la norma ISO 25010:



Figura 7: Organigrama de la norma ISO 25010

Fuente: [12]

### 2.7.1 Usabilidad aplicando la norma ISO/IEC 25010

La usabilidad se refiere a la facilidad con la que los usuarios pueden interactuar con un sistema o software para lograr sus objetivos de manera efectiva y satisfactoria. En el contexto de la norma ISO/IEC 25010, la usabilidad se divide en varias subcaracterísticas que ayudan a evaluar diferentes aspectos de la experiencia del usuario [12]:

- **Aprendizaje:** Evalúa la facilidad con la que los usuarios pueden aprender a utilizar el sistema. Esto se aplica a aspectos como la intuición de la interfaz y la claridad de las instrucciones.
- **Rendimiento:** mide la rapidez con la que los usuarios pueden completar tareas después de aprender a utilizar el sistema. Una interfaz eficaz minimiza la cantidad de pasos y acciones necesarias para completar una tarea.
- **Facilidad de uso:** se refiere a la comodidad y satisfacción general del usuario al interactuar con el sistema. Esto incluye aspectos como la transparencia de la información, la coherencia del diseño y la personalización.
- **Protección contra errores:** Evalúa la capacidad del sistema para prevenir errores y facilitar su corrección cuando ocurren. Esto incluye mensajes de error claros y la presencia de funciones de ayuda contextual.
- **Estética de la interfaz de usuario:** se refiere al atractivo visual del sistema y su impacto en la experiencia del usuario. Las interfaces atractivas pueden aumentar la satisfacción del usuario y hacer que la información sea más fácil de entender.
- **Accesibilidad:** Aprecie la facilidad con la que personas de todos los niveles pueden utilizar el sistema. Esto incluye consideraciones de diseño para usuarios con discapacidades visuales, motoras o cognitivas.

## **CAPÍTULO III.**

### **METODOLOGIA**

#### **3.1 Tipo de Investigación**

Esta investigación se empleó la "Investigación Aplicada" porque se aplicó conocimientos teóricos y prácticos para desarrollar una solución concreta que mejore la experiencia de los visitantes del Museo del Cantón Guano a través de un Guía Virtual Interactiva utilizando la API de CONVAI y Unreal Engine 5.

#### **3.2 Diseño de Investigación**

Para el diseño de investigación de este proyecto, se seleccionó un enfoque cuantitativo para evaluar exclusivamente la usabilidad de la guía virtual interactiva para el recorrido del Museo del Cantón Guano. Se llevó a cabo un diseño no experimental, el objetivo principal fue analizar la usabilidad de la aplicación, utilizando la norma ISO/IEC 25010 como marco de referencia.

#### **3.3 Técnicas de recolección de Datos**

Para la recolección de datos, se empleó una encuesta estructurada con preguntas específicas realizadas con Google Forms, que se centraron en la claridad de la información proporcionada por la aplicación, el tiempo de respuesta de la misma, su atractivo visual y aspectos relacionados con la usabilidad, como la aprendizabilidad, operabilidad y protección frente a errores dados por la norma ISO/IEC 25010. El uso de encuestas estructuradas permitió recopilar datos de manera sistemática y estandarizada, lo que facilitó el análisis de la usabilidad de la aplicación y la identificación de áreas de mejora.

#### **3.4 Población de estudio y tamaño de muestra**

La población de estudio consistió en estudiantes de séptimo semestre de la carrera de Tecnologías de la Información "TI" de la Universidad Nacional de Chimborazo "Unach", que representa un grupo relevante y accesible para la evaluación de la usabilidad de la guía virtual interactiva del Museo del Cantón Guano. Con un total de 15 estudiantes en séptimo semestre, se determinó que la muestra incluiría a todos los estudiantes de este nivel académico, garantizando así la representatividad y la validez de los resultados obtenidos.

#### **3.5 Métodos de análisis, y procesamiento de datos.**

Los datos recopilados mediante las encuestas estructuradas fueron procesados y analizados utilizando los gráficos proporcionados por Google Forms ya que esta herramienta nos entrega en forma de gráficos de pastel el análisis de cada pregunta, además de entregar un Excel con todos los datos de los encuestados, por ello pudimos realizar el análisis directamente con esta herramienta.

### **3.6 Identificación de variables**

#### **3.6.1 Variable dependiente**

Usabilidad de la aplicación.

#### **3.6.2 Variable independiente**

Aplicación guía virtual interactiva utilizando inteligencia artificial

### 3.7 Operacionalización de variables

La identificación de variables y sus indicadores ayudan a una mejor comprensión de lo que vamos a evaluar, a continuación, la tabla 1 proporciona la información general del tema y lo que vamos a evaluar:

**Tabla 1:** Operacionalización de variables

PROBLEMA	TEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	CONCEPTUALZACION	DIMENSION	INDICADORES	
¿Cómo la implementación de inteligencia artificial en la Guía virtual interactiva del museo del cantón Guano incide en la usabilidad de la aplicación?	Guía virtual interactiva utilizando inteligencia artificial para el recorrido virtual del museo del cantón Guano.	GENERAL	INDEPENDIENTE	Aplicación guía virtual interactiva utilizando inteligencia artificial.	Guía Virtual Interactivo en forma de un avatar que recorrerá todo el museo, brindando a los usuarios una experiencia de visita guiada digital. Este avatar será la representación digital de una guía virtual que utilizará la API de CONVAI y Unreal Engine 5 para ofrecer interactividad, información contextual y una presentación del Museo del Cantón Guano.	Desarrollo de Experiencia de Usuario (UX) Interactiva	<b>Independiente:</b>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementar una guía virtual interactiva utilizando inteligencia artificial para el recorrido virtual del museo del cantón Guano.</li> </ul>					Claridad de la información.
		ESPECIFICOS	DEPENDIENTE	Usabilidad de la aplicación	La ISO/IEC 25010 se centra específicamente en la calidad del producto de software y define un conjunto de características y subcaracterísticas que pueden ser evaluadas para determinar la calidad de un producto de software en términos de funcionalidad, confiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad.	Norma de calidad ISO 25010	<b>Dependiente:</b>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Investigar sobre el uso de tecnologías de inteligencia artificial para recorridos virtuales.</li> <li>Desarrollar el recorrido virtual con el api de la inteligencia artificial CONVAI.</li> <li>Evaluar usabilidad de la aplicación utilizando la norma ISO/IEC 25010.</li> </ul>					ISO/IEC 25010:

### 3.8 Metodología de desarrollo

SUM para el desarrollo de videojuegos se enfoca en crear juegos de alta calidad de manera eficiente este método, basado en el metamodelo SPEM 2.0, divide el ciclo de vida del desarrollo en fases iterativas, como:

- Concepto
- Planificación
- Elaboración
- Beta
- Gestión de riesgos
- Cierre.

Cada fase tiene objetivos específicos, desde definir el concepto del juego hasta evaluar su jugabilidad y proporcionar al cliente la versión final. Además, se integra una fase de gestión de riesgos para identificar y mitigar posibles problemas durante todo el proceso.

Para la Guía virtual interactiva con inteligencia artificial para el recorrido virtual del museo, desarrollado en el motor de Unreal Engine, se utilizó esta metodología para poder realizar el análisis de información y elaboración para la mejora de la aplicación.

En la figura 8, se evidencia el apartado principal del recorrido virtual por el museo del cantón Guano:



Figura 8: Apartado principal del museo

#### 3.8.1 Fase 1: Concepto

En la fase inicial de Concepto, se estableció los cimientos del proyecto de la Guía Virtual Interactiva utilizando Inteligencia Artificial para el recorrido del Museo del Cantón Guano. Esta etapa fue crucial para definir el enfoque, los objetivos y los requisitos fundamentales del desarrollo. Se buscó identificar de manera precisa los aspectos comerciales, técnicos y de experiencia del usuario que darán forma al proyecto. Además, se pretendió perfilar la esencia del producto final, definiendo sus funcionalidades principales y la interacción esperada con el usuario. En este sentido, se contempló la integración de tecnologías de

inteligencia artificial, específicamente la API de CONVAI, para crear una experiencia de visita guiada digitalmente enriquecedora y envolvente. La fase de Concepto sienta las bases para el desarrollo subsiguiente, estableciendo una visión clara y coherente que guiará todo el proceso de creación de la guía virtual.

#### a) **Características**

- **Tipo de videojuego:** Recorrido Virtual
- **Como se juega:** Debe realizar el recorrido por el museo con asistencia de la guía virtual que brindará información del mismo.
- **Historia:** La guía virtual cuenta con información del museo y de toda la historia de Riobamba para poder informar a los visitantes y resolver inquietudes.
- **Ambiente:** El escenario es una representación virtual del museo del cantón Guano.
- **Personajes:**
  - Avatar principal: Utilizado por el usuario para realizar el recorrido.
  - Personaje secundario: La guía virtual que asiste al usuario durante el recorrido.

#### b) **Integración de Tecnología**

- **API de CONVAI:** Utilizada para crear una experiencia de visita guiada digitalmente enriquecedora y envolvente mediante inteligencia artificial.
- **MetaHuman:** Utilizada para crear personajes virtuales altamente realistas y detallados que mejoren la inmersión y la interactividad del recorrido virtual. Esta tecnología permite desarrollar avatares y guías virtuales con expresiones faciales y movimientos precisos, proporcionando una experiencia visualmente impresionante y auténtica.

#### c) **Propuesta de Valor**

- **Experiencia Enriquecida:** Mejorar la experiencia del usuario con información detallada y respuestas a sus preguntas en tiempo real.
- **Accesibilidad:** Hacer el museo accesible virtualmente a personas que no pueden visitarlo físicamente.

### 3.8.2 **Fase 2: Planificación**

La fase de planificación en la metodología SUM es crucial para establecer una base sólida para el desarrollo de un videojuego, asegurando que todos los aspectos del proyecto estén bien definidos y organizados antes de iniciar la fase de desarrollo.

#### a) **Requisitos Funcionales**

Los requisitos funcionales describen las funciones específicas que la aplicación debe realizar, a continuación, en la tabla 2 muestra los requisitos funcionales que vamos a tener en cuenta:

**Tabla 2:** Requisitos funcionales

<b>Requisitos</b>	<b>Conceptos</b>
Interactividad Avanzada	La guía virtual deberá interactuar con los usuarios de manera dinámica y adaptativa, respondiendo a sus consultas, proporcionando información contextualizada y ofreciendo sugerencias personalizadas durante el recorrido.
Navegación Intuitiva	Se requiere que la aplicación ofrezca una navegación fluida y fácil de entender, permitiendo a los usuarios moverse de manera intuitiva por el museo virtual y acceder a información relevante con facilidad.
Sistema de Retroalimentación	Incorporar un sistema de retroalimentación para que los usuarios puedan proporcionar comentarios sobre la experiencia de la guía virtual, permitiendo así mejoras continuas y ajustes según las necesidades y preferencias de los usuarios.

### **b) Requisitos no funcionales**

Los requisitos no funcionales se refieren a los atributos del sistema por ello a continuación, en la tabla 3 se representa los requisitos no funcionales para la aplicación:

**Tabla 3:** Requisitos no funcionales

<b>Requisitos</b>	<b>Concepto</b>
Rendimiento Gráfico	La aplicación debe mantener una velocidad de fotogramas (FPS) mínima de 30 y una máxima de 90 para garantizar una experiencia visual fluida y de alta calidad. Esto incluye una calidad gráfica óptima con texturas nítidas, iluminación realista y efectos visuales impresionantes, manteniendo un equilibrio adecuado entre el rendimiento y la estética visual. Se requerirá una optimización continua del rendimiento gráfico para adaptarse a diferentes dispositivos y configuraciones de hardware.
Optimización de Recursos	Establecer directrices para optimizar el uso de recursos del sistema, como CPU, GPU y memoria, para garantizar un rendimiento óptimo en una amplia gama de dispositivos y evitar problemas de rendimiento o bloqueo.
Integración con CONVAI	Se requirió la integración exitosa con la API de CONVAI para aprovechar las capacidades de inteligencia artificial necesarias para la interacción conversacional y la generación de respuestas contextualizadas.



### 3.8.3 Fase 3: Elaboración

La fase de Elaboración se centró en la implementación y desarrollo de la Guía Virtual Interactiva utilizando Inteligencia Artificial para el recorrido del Museo del Cantón Guano. Durante esta fase, se trabajó de manera iterativa e incremental para asegurar que se produzcan versiones ejecutables al final de cada iteración. Este enfoque permitió realizar ajustes y mejoras continuas, basadas en pruebas y retroalimentación.

#### a) Primera etapa

- **Escenario creado en Unreal Engine**

En esta primera etapa, se utilizó el recorrido virtual del museo de Guano que fue creado con el motor gráfico de Unreal Engine, este recorrido fue creado principalmente por la comunidad Unreal Xperience del cual formo parte de la Universidad Nacional de Chimborazo, el cual se encontraba en versión beta con solo el modelado del museo por dentro y la fachada exterior del mismo.

A continuación, en la figura 9, muestra la versión beta del museo con el que se realizó este proyecto de investigación:

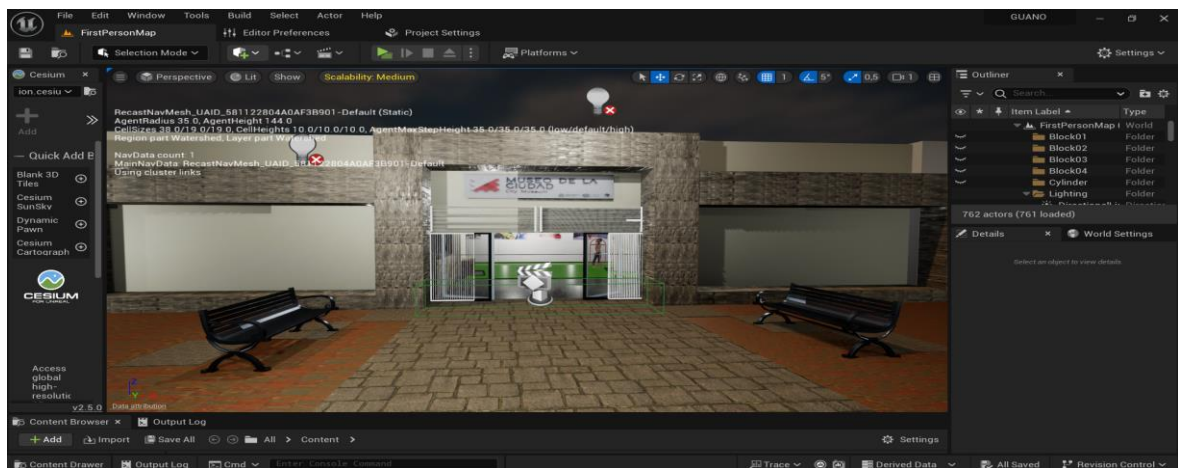


Figura 9: Proyecto beta del museo

- **Ampliación y mejoras del entorno**

Para mejorar el ambiente del recorrido virtual del museo se optó por una ampliación y mejoras de su entorno para lo cual se utilizó el API de Google Earth y el plugin de Cesium que se encuentra en el apartado de Unreal Engine de la tienda de Epic Games para poder tener acceso a datos geoespaciales y mapas del cantón Guano para dar una mejor experiencia al usuario.

En la figura 10, muestra el plugin que debemos descargar e incorporar en el proyecto para hacer el uso del API de Google Earth:

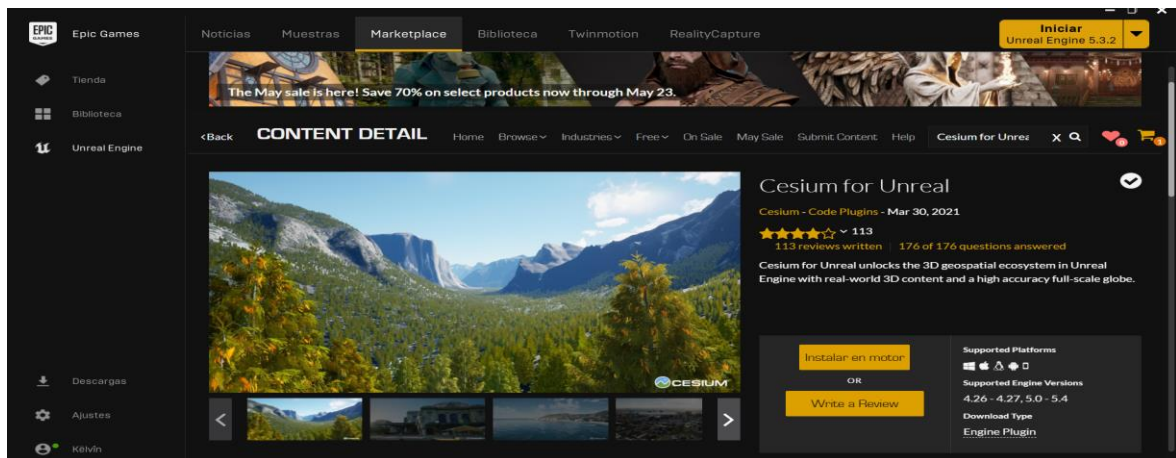


Figura 10: Plugin de Cesium for Unreal

Instalado el plugin de Cesium, se integró al proyecto en el que trabajamos, en el mismo se agregó un mosaico en blanco para poder colocar la url proporcionada por Google Maps Platform y el ApiKey que da al crear una cuenta.

Una vez con todo, se colocó la altitud y latitud de Guano para poder tener un mapa referenciado, así como se muestra en la figura 11:

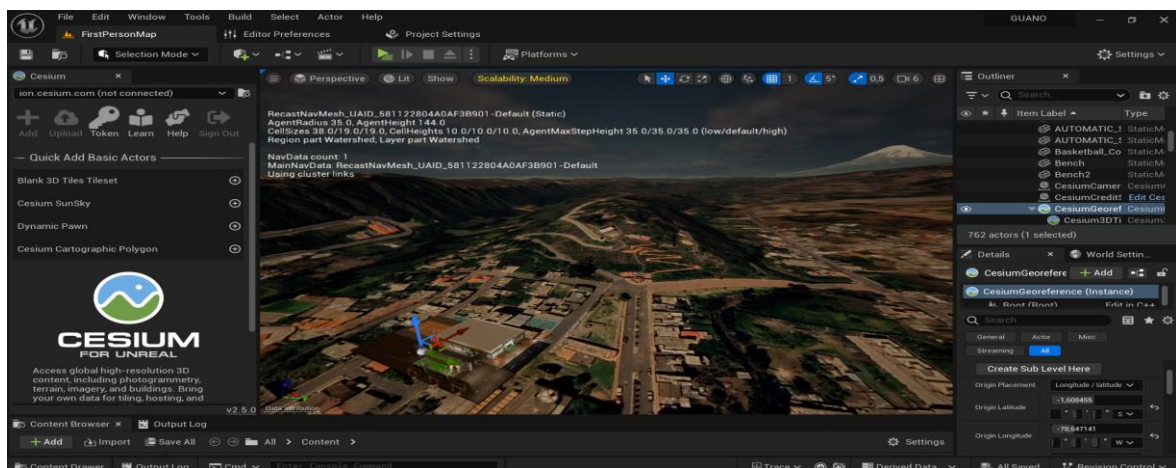


Figura 11: Proyecto aplicado Cesium

- **Implementación de assets**

Se utilizó la herramienta “Quixel Bridge” de Unreal Engine para descargar assets para darle más vida a nuestro entorno, en este se puede encontrar desde objetos hasta materiales.

A continuación, la figura 12, muestra el apartado de Quixel Bridge donde podemos buscar los assets según nuestra necesidad:



Figura 12: Quixel Bridge

## b) Segunda Etapa

### • Creación de Personajes

Para crear los personajes se utilizó la herramienta MetaHuman que proporciona Unreal Engine para sus proyectos, con esta se puede crear avatares altamente realistas los cuales se les puede agregar animaciones al expresarse como hablar o emociones.

En la figura 13, se evidencia la creación mediante MetaHuman Creator para realizar los avatares que harán la función del usuario y guía:

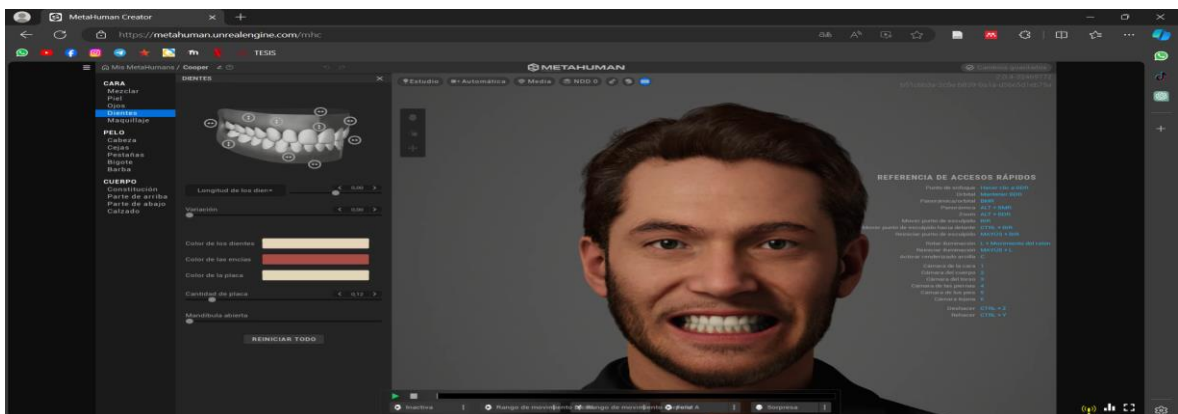


Figura 13: Creación de personajes con MetaHuman Creator

## c) Tercera Etapa

### • API de CONVAI

Primero, se creó una cuenta en la página oficial de Convai con nuestro correo la cual nos dará acceso a la clave personal de la API para poder hacer el uso de los avatares dentro de Unreal Engine.

A continuación, en la figura 14 muestra el apartado principal de Convai al crear una cuenta y el APIKey que proporciona a sus usuarios:

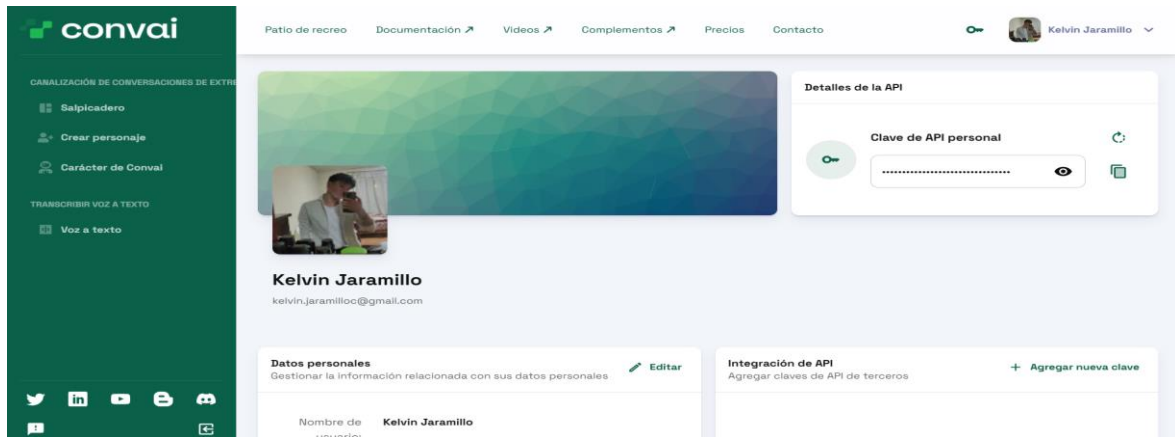


Figura 14: Cuenta de CONVAI

- **Entrenar la IA**

Después de crear la cuenta, se realizó el entrenamiento de la guía virtual, para ello debemos crear un personaje que posteriormente se cambia por el MetaHuman, aquí se insertó el nombre, la voz y la historia la cual va a tener que es sobre el museo de Guano.

En la figura 15, muestra el apartado del entrenamiento de la guía utilizando Convai:

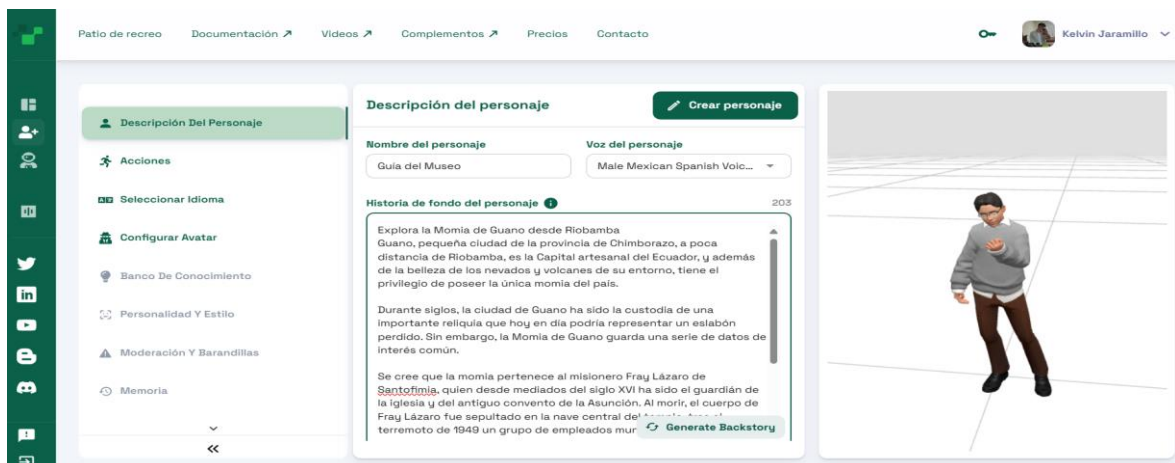


Figura 15: Entrenamiento de la guía

**d) Cuarta Etapa**

- **Base de datos – Complemento PlayFab SDK**

Para poder agregar PlayFab al proyecto, se instaló el complemento al motor de Unreal, directamente desde la tienda de Marketplace, para posteriormente agregar el plugin al proyecto, este complemento ayuda a poder enlazar con el API de PlayFab para poder hacer uso de todas las funciones que ofrece.

A continuación, en la figura 16 se muestra el SDK de PlayFab que se debe instalar en el motor de Unreal Engine:

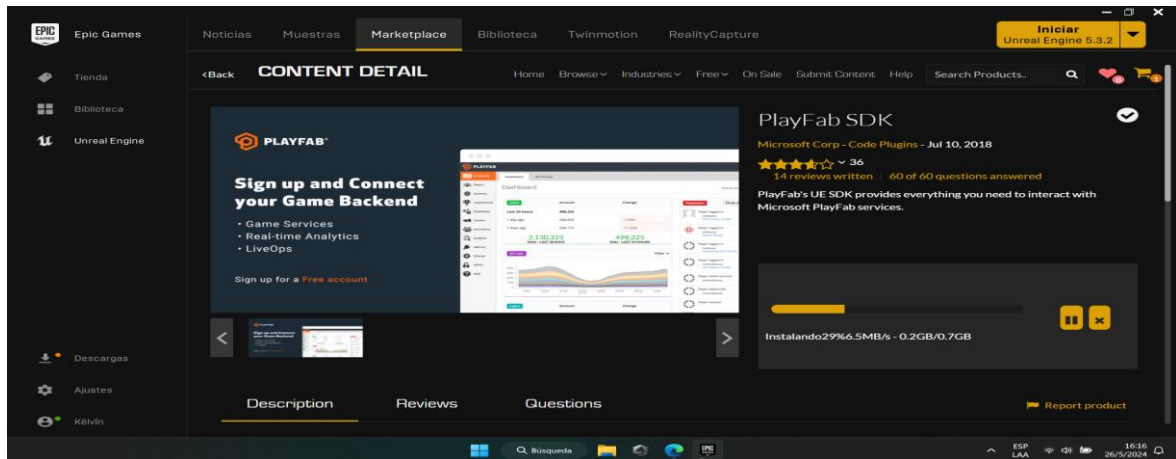


Figura 16: Instalación PlayFab SDK

- **Plugin PlayFab**

Cuando se instaló el complemento de PlayFab, se tuvo que abrir el proyecto y en el apartado de plugin buscar el PlayFab y marcarlo con un visto para instalar, al hacer eso ya se pudo utilizar el API para hacer el llamado dentro de nuestro proyecto.

La figura 17, muestra cómo se instaló el plugin de PlayFab dentro del proyecto:

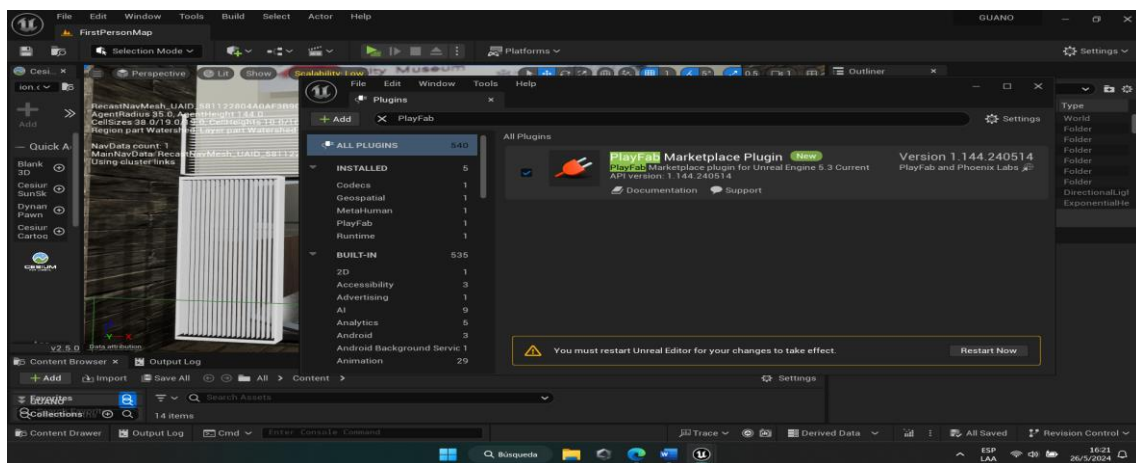


Figura 17: Plugin de PlayFab

- **Crear cuenta en PlayFab**

Una vez realizado lo anterior, se buscó la página de PlayFab “[www.playfab.com](http://www.playfab.com)” para crear una cuenta, la cual nos dará el acceso de crear un proyecto donde podremos hacer el uso de sus funciones dentro del proyecto creado en Unreal Engine.

La cuenta la podemos crear directamente con nuestro correo personal o también nos da la opción de hacerlo con la cuenta de Azure, así como muestra la figura 18:

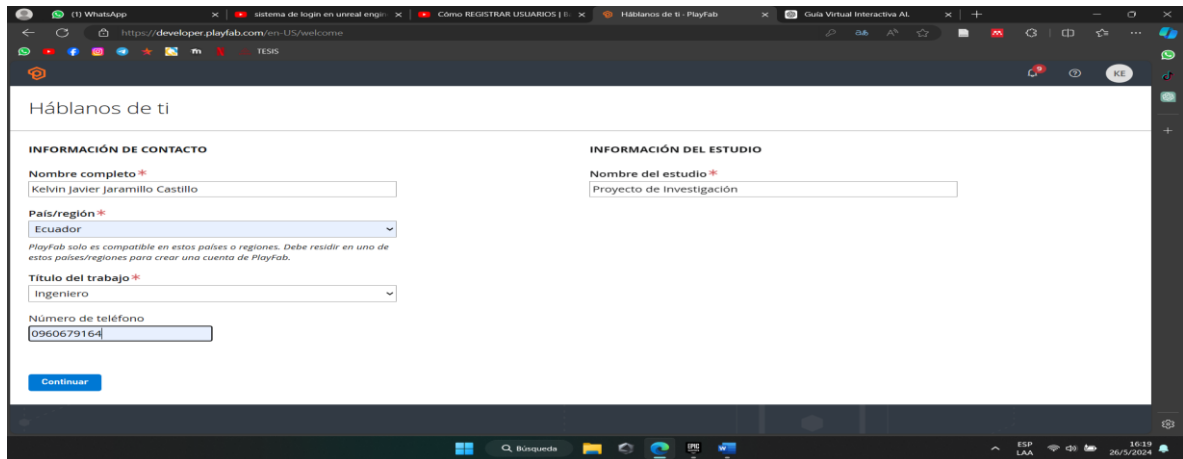


Figura 18: Cuenta en PlayFab

- **Base de Datos en PlayFab**

Creada la cuenta, se creó un proyecto en PlayFab para obtener el API Key, esto permitió monitorear a nuestros jugadores, ya que el mismo nos proporciona una infraestructura en la nube de Microsoft Azure para almacenar y gestionar los datos.

En la figura 19, se muestra como es el apartado del monitoreo de datos y de los usuarios que nos proporciona PlayFab al crear un proyecto.

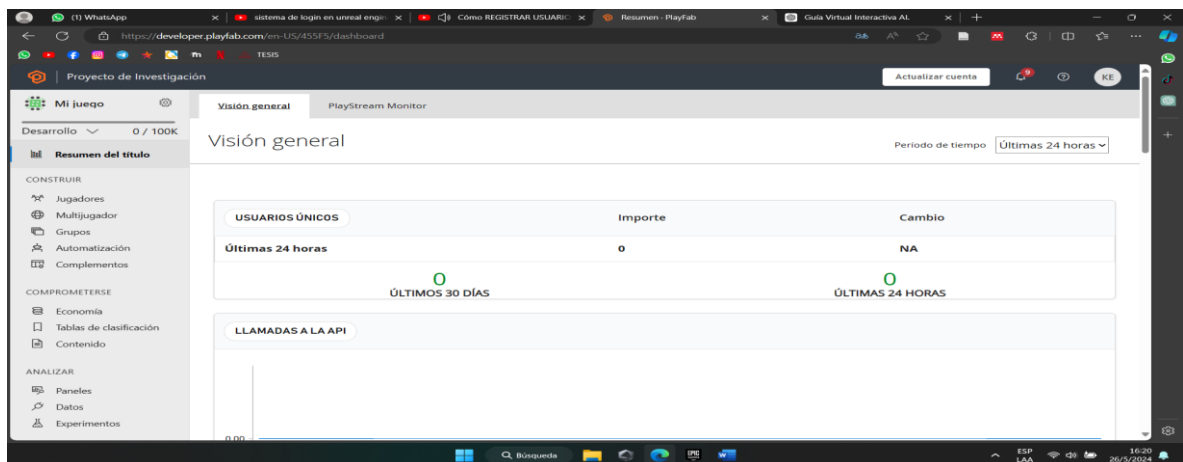


Figura 19: Proyecto en PlayFab

e) **Quinta Etapa**

- **Interfaz de usuario “UI”**

Al crear la UI lo que permitió es tener un apartado principal de navegación con diferentes opciones para que el usuario pueda hacer el uso, para ello se debe crear un Widget donde se hará la interfaz y configurar sus opciones.

A continuación, se muestra en la figura 20, cómo crear el widget de la interfaz de usuario:

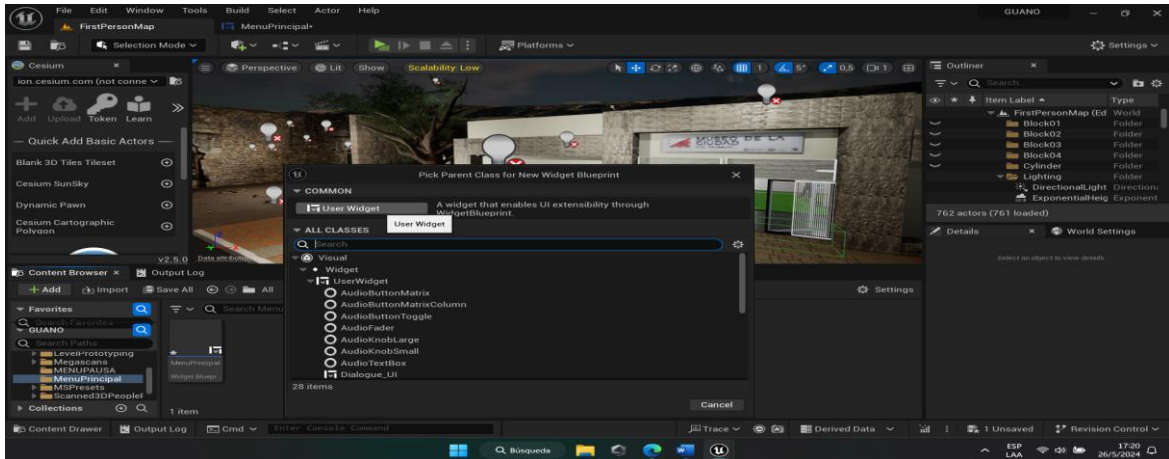


Figura 20: Widget de la UI

- **Diseño de la Interfaz de Usuario**

Dentro del widget, se pudo hacer el diseño de la UI agregando imágenes, botones y todo lo que vayamos a necesitar para nuestra interfaz, el diseño se lo hizo para que el usuario tenga mayor facilidad de navegabilidad al iniciar la aplicación.

La figura 21, muestra cómo se realiza el diseño de la interfaz dentro del widget en Unreal:

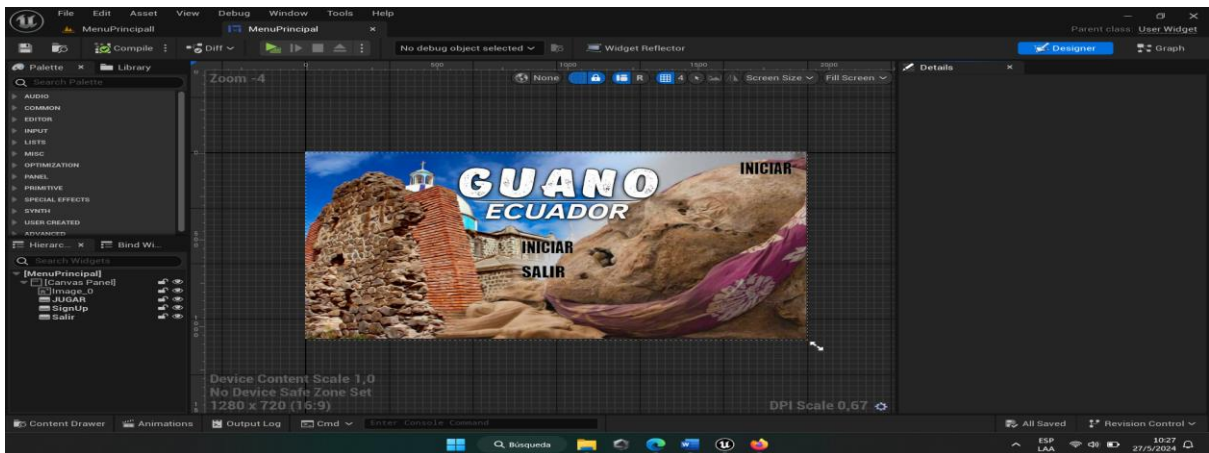


Figura 21: Diseño de la UI

- **Acción y programación de los botones de la UI**

Una vez realizado el diseño de la interfaz, se hizo la programación de los botones puestos para que realicen una acción una vez que el usuario interactúe con él.

A continuación, la figura 22 muestra la programación realizada para la interfaz de usuario:

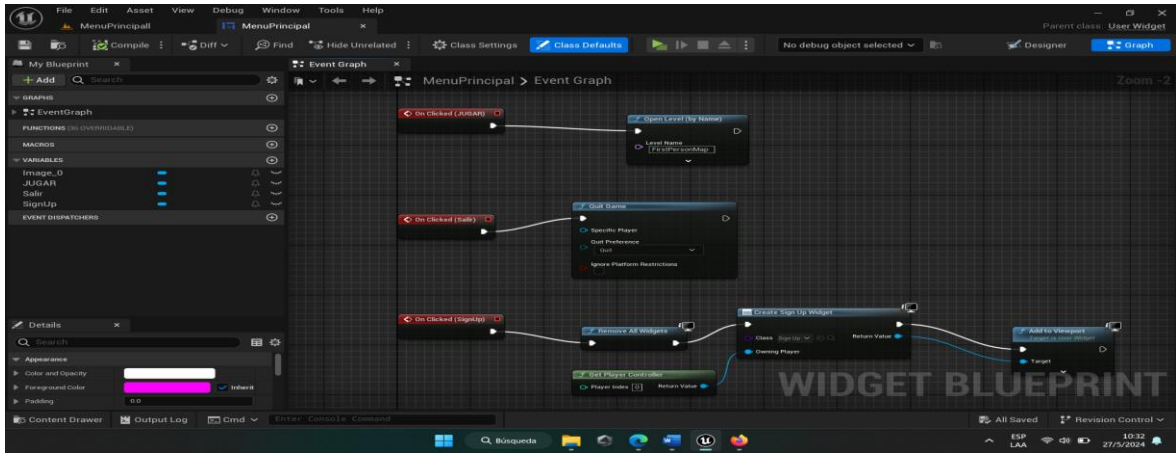


Figura 22: Programación de la UI

- **Sign Up**

También se realizó un sign up para el registro de los usuarios, el cual se enlazará con PlayFab para el almacenamiento de datos y monitoreo de este, para ello debemos crear un widget para realizar el diseño del registro.

La figura 23, muestra el diseño del widget del Sign Up:

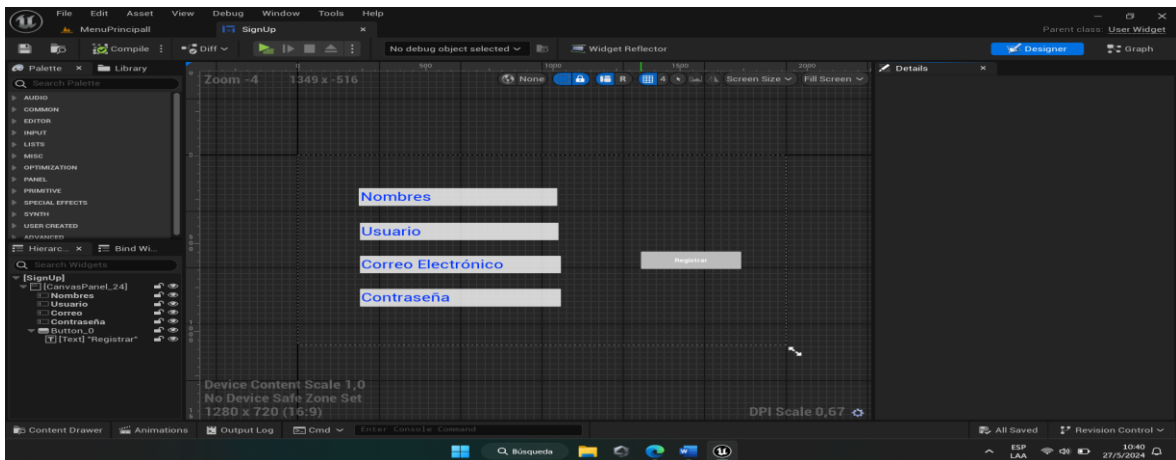


Figura 23: Diseño del Sign Up

- **Programación del Sign Up**

Creado el diseño del Sign Up, se programó las opciones del registro en el cual utilizaremos la función de PlayFab, donde pondremos el API Key obtenida anteriormente, para poder almacenar los datos.



La figura 24, muestra la programación realizada para el registro de los usuarios:

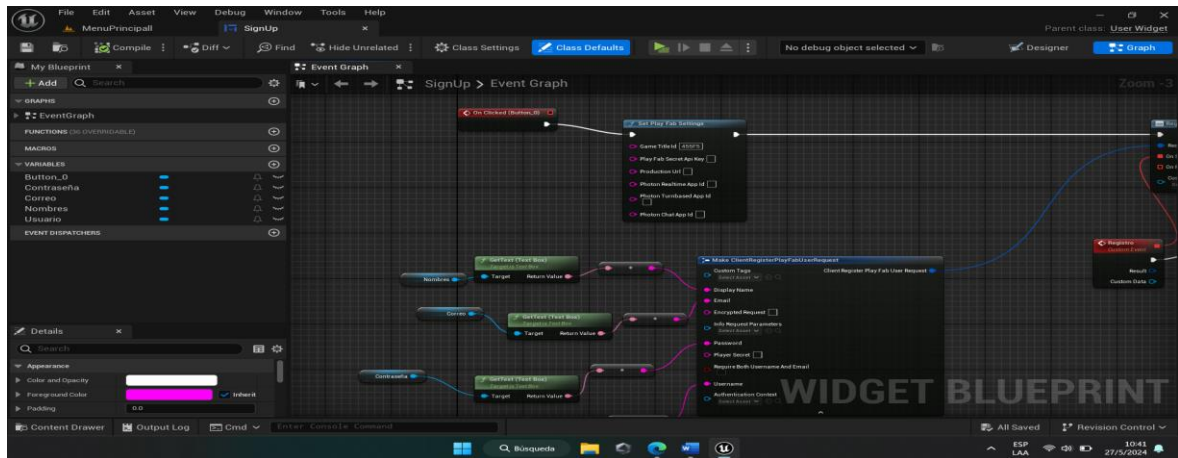


Figura 24: Programación del Sign Up

- **Menú de Pausa**

También, se creó una interfaz para el menú de pausa, para que el usuario pueda pausar la aplicación y tenga algunas opciones dentro del mismo, como salir, continuar y configuración.

La figura 25, muestra el diseño del menú de pausa que tendrá la aplicación:

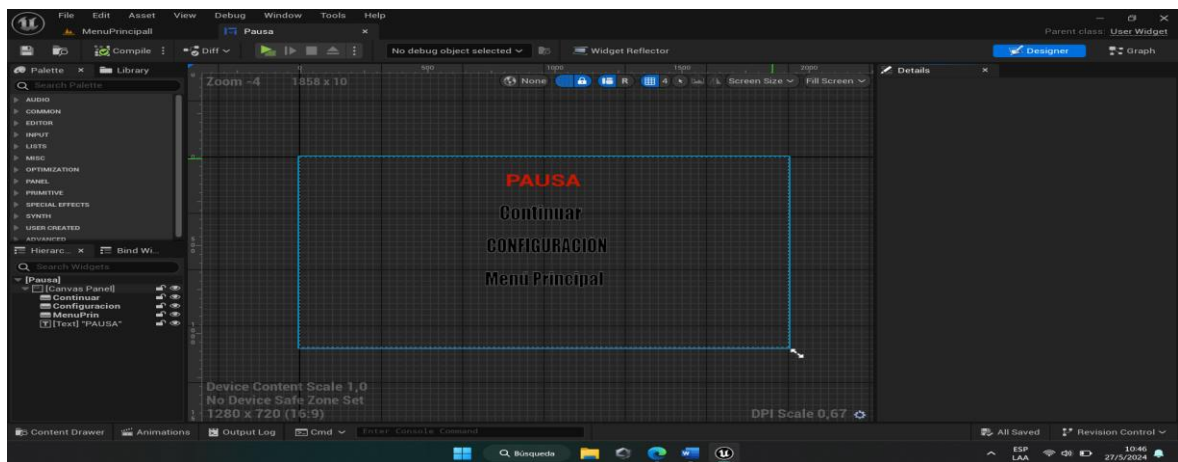


Figura 25: Diseño del menú de pausa

- **Programación del menú de pausa**

Se debió programar los botones puestos en el menú de pausa para que realicen las acciones y también que, al presionar un botón específico se pause el recorrido.

A continuación, en la figura 26 muestra la programación hecha en el menú de pausa:

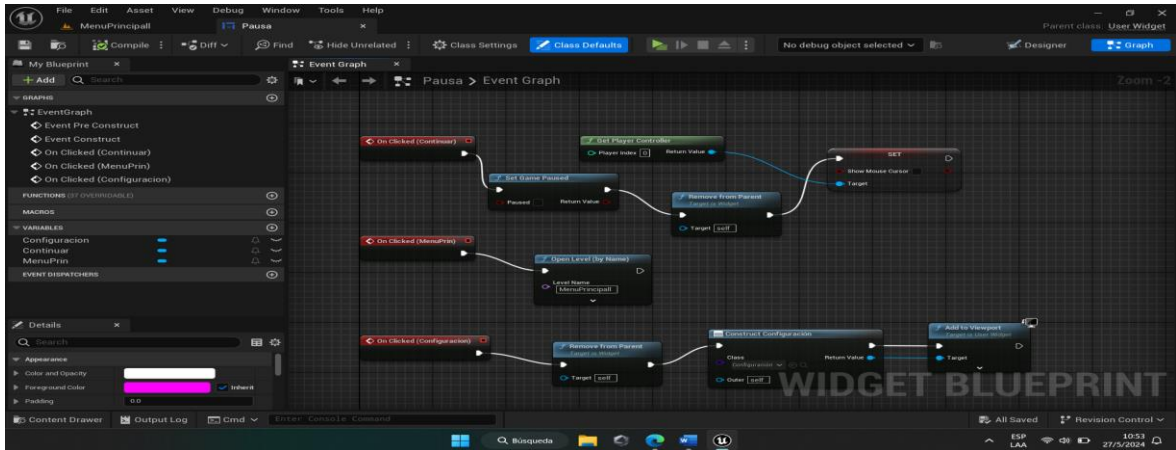


Figura 26: Programación del menú de pausa

- **Menú de Configuración**

La realización del menú de configuración se realizó para que el usuario tenga la posibilidad de realizar el cambio en su experiencia, así como cambiar las “texturas, sombras, fps entre otras opciones” esto para que pueda configurar sus opciones dependiendo su dispositivo y pueda tener una mejor experiencia.

La figura 27, muestra el diseño del menú de pausa con las opciones respectivas:

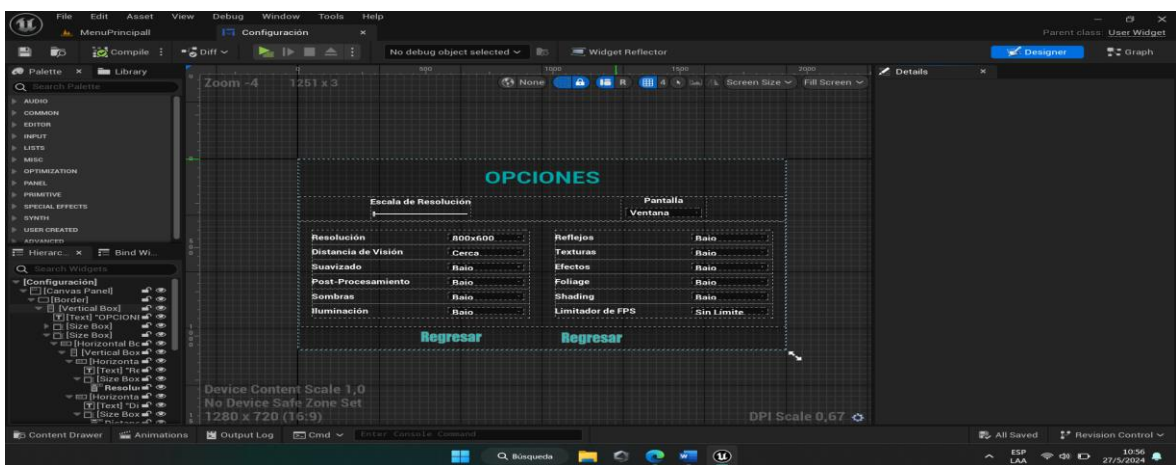


Figura 27: Diseño del menú de configuración

- **Programación del menú de configuración**

La programación del menú de configuración se realizó para que el usuario al realizar un cambio, esta se adapte a cada selección, para ello debemos de programar cada opción.

La figura 28, muestra toda la programación realizada para que funcionen todas las opciones del menú:

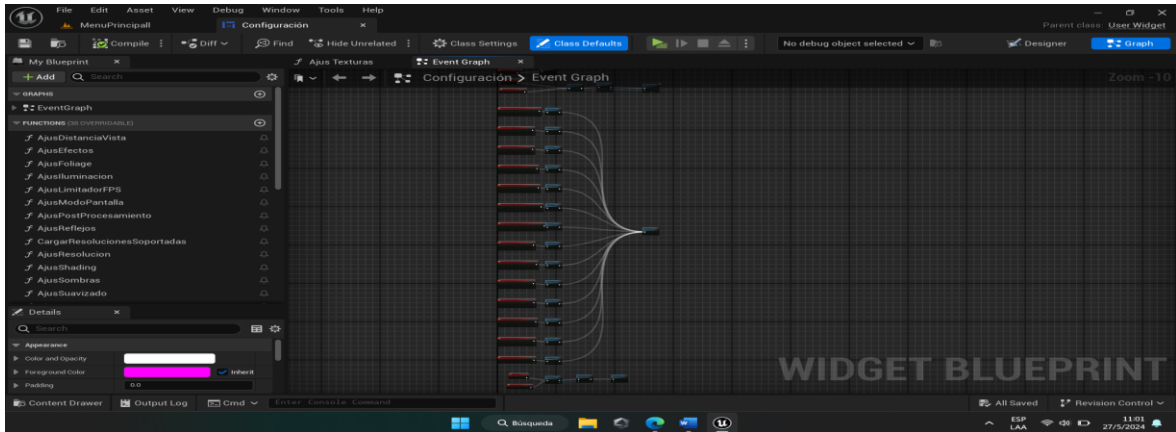


Figura 28: Programación del menú de configuración

### 3.8.4 Beta

En esta primera beta de la aplicación, se hizo el registro del primer usuario para confirmar que la API de PlayFab esté funcionando correctamente, al realizar este registro se debe reflejar en el proyecto creado en la página de PlayFab y realizar el monitoreo del usuario creado y de los datos proporcionados mediante las opciones proporcionadas.

También, esta beta permite corregir posibles errores al guardar los datos, además de comprobar el funcionamiento correcto del recorrido del museo, y el funcionamiento de todos los menús realizados.

A continuación, la figura 29 muestra la primera beta del recorrido del museo ejecutándose directamente desde Unreal Engine:



Figura 29: Beta del recorrido

La figura 30, muestra el registro que deben realizar los usuarios antes de iniciar el recorrido:

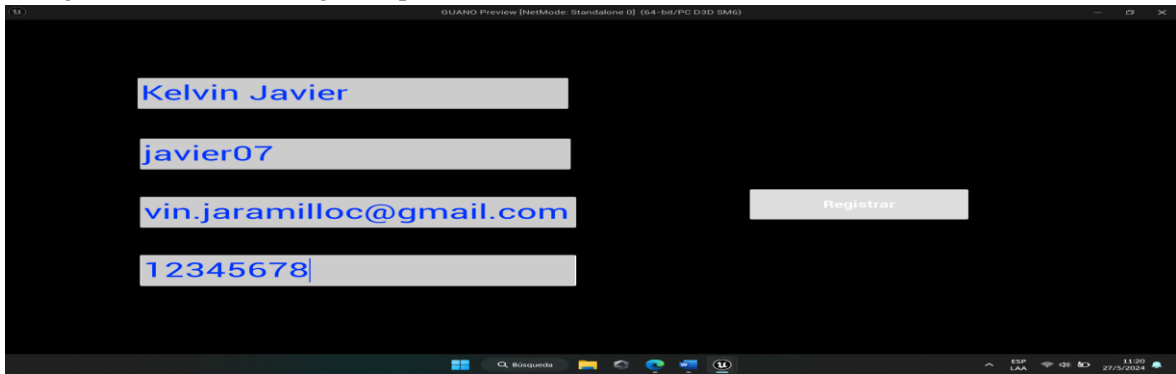


Figura 30: Registro de usuario

Al registrar un usuario, se debe comprobar en el proyecto de PlayFab realizado en la página, que el usuario esté ya registrado correctamente, para ello se ingresó a la página y se comprobó que los datos ingresados se encuentren, como se muestra en la figura 31:

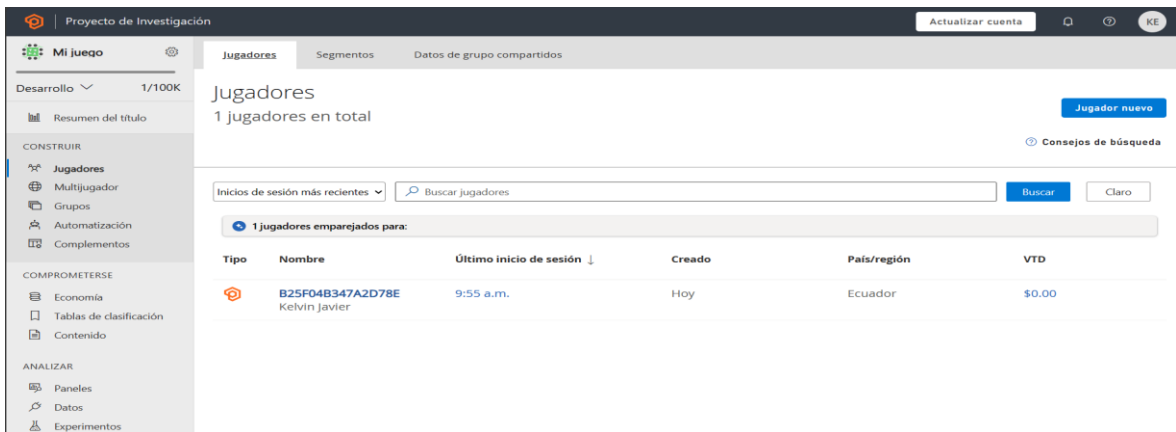


Figura 31: Registro en PlayFab

A continuación, la figura 32 muestra todos los datos que da PlayFab cuando un usuario realiza la función de Sign Up:

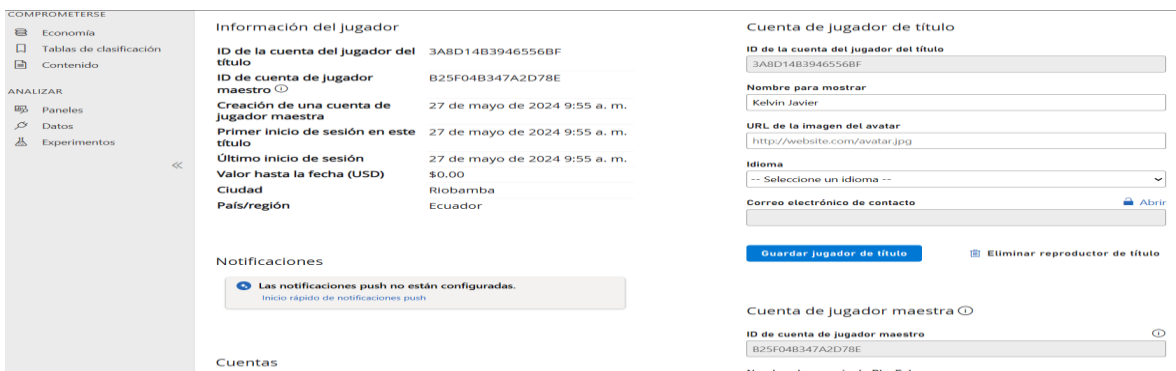


Figura 32: Información general del Usuario

### 3.8.5 Fase de Pruebas

#### a) Planificación de Pruebas

Después de la culminación de la aplicación, para el cumplimiento del objetivo 3 de evaluar la usabilidad de la guía virtual interactiva para el recorrido del museo del cantón Guano utilizando la norma ISO 25010, para ello se utilizó un planteamiento de preguntas para su evaluación tomando en cuenta el esquema de calidad del producto propuesto por la misma norma.

Para realizar esta encuesta y recoger los datos de la evaluación, se utilizó Google Forms debido a que es una herramienta accesible y fácil de usar tanto para los creadores de encuestas como para los encuestados. Su interfaz intuitiva permite la rápida creación y distribución de encuestas, proporciona herramientas básicas de análisis de datos, como gráficos y resúmenes estadísticos, que facilitan la interpretación de los resultados.

A continuación, en la tabla 4 se muestran las métricas que se van a evaluar de la usabilidad que se tomó de la norma ISO 25010 para la evaluación de la aplicación:

**Tabla 4:** Métricas de la Usabilidad de la norma ISO 25010

Métricas	Descripción	Importancia
Claridad de la información	Evalúa qué tan clara y comprensible es la información proporcionada por la guía virtual.	Alta. Es crucial para asegurar que los usuarios puedan entender y utilizar la guía correctamente.
Tiempo de Respuesta	Mide la rapidez con la que la guía virtual responde a las interacciones de los usuarios.	Alta. Un tiempo de respuesta rápido mejora la experiencia del usuario y mantiene su interés.
Atractivo Visual	Evalúa la estética y el diseño visual de la guía virtual.	Media. Un diseño atractivo mejora la experiencia del usuario y puede aumentar el compromiso.
Porcentaje de Aprendizabilidad	Mide la facilidad con la que los usuarios pueden aprender a usar la guía virtual.	Alta. Una alta aprendibilidad facilita la adopción y el uso eficaz de la guía virtual.
Operabilidad	Evalúa la capacidad del usuario para realizar tareas y alcanzar sus objetivos utilizando la guía virtual.	Alta. Es esencial para garantizar que los usuarios puedan utilizar todas las funciones de manera efectiva.
Protección Frente a Errores	Mide la capacidad de la guía virtual para manejar errores, proporcionar mensajes útiles y permitir una fácil recuperación.	Alta. Una buena protección frente a errores mejora la confiabilidad y la satisfacción del usuario.

Para los parámetros de las preguntas realizadas, se utilizó la escala de Likert que es una herramienta ampliamente utilizada en encuestas para medir actitudes, percepciones y opiniones de los encuestados, permitiendo obtener una valoración subjetiva cuantificable.

A continuación, se muestra en la tabla 5 las opciones y su equivalencia mediante la escala de Likert aplicadas en las preguntas de la sección de “claridad de información”:

**Tabla 5:** Escala de Likert - Claridad de Información

<b>Respuesta</b>	<b>Equivalencia</b>
Muy clara	5
Clara	4
Neutral	3
Poco clara	2
Nada clara	1

La tabla 6, muestra las opciones y equivalencia mediante la escala de Likert para las preguntas de la sección de “tiempo de respuesta”:

**Tabla 6:** Escala de Likert - Tiempo de respuesta

<b>Respuesta</b>	<b>Equivalencia</b>
Muy rápido	5
Rápido	4
Neutral	3
Lento	2
Muy lento	1

La tabla 7, muestra la equivalencia mediante la escala de Likert de las opciones dadas en la sección “atractivo visual”:

**Tabla 7:** Escala de Likert - Atractivo Visual

<b>Respuesta</b>	<b>Equivalencia</b>
Muy atractivo	5
Atractivo	4
Neutral	3
Poco atractivo	2
Nada atractivo	1

La tabla 8, muestra las opciones y su equivalencia mediante la escala de Likert de las preguntas de la sección “porcentaje de aprendizabilidad” y “Operabilidad”:

**Tabla 8:** Escala de Likert - Porcentaje de aprendizabilidad y Operabilidad

<b>Respuesta</b>	<b>Equivalencia</b>
Muy fácil	5
Fácil	4
Neutral	3
Difícil	2
Muy difícil	1

La tabla 9, muestra las opciones y su equivalencia mediante la escala de Likert de las preguntas de la sección “protección frente a errores”:

**Tabla 9:** Escala de Likert - Protección frente a Errores

Respuesta	Equivalencia
Nunca	5
Frecuentemente	4
A veces	3
Raramente	2
Muy raramente	1

A continuación, la figura 33 muestra las preguntas de la sección Claridad de la información:

CLARIDAD DE LA INFORMACIÓN

**¿Qué tan clara y comprensible encontraste la información proporcionada por la guía virtual? \***

Muy clara

Clara

Neutral

Poco clara

Nada clara

---

**¿La información proporcionada por la guía virtual te ayudó a entender mejor la historia del museo? \***

Totalmente de acuerdo

De acuerdo

Neutral

En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

**Figura 33:** Claridad de la Información

La figura 34 muestra las preguntas de la sección Tiempo de respuesta:

TIEMPO DE RESPUESTA

**¿Qué tan rápido respondió la guía virtual a tus pregunta? \***

Muy rápido

Rápido

Neutral

Lento

Muy lento

---

**¿Estás satisfecho con el tiempo de respuesta de la guía virtual? \***

Muy satisfecho

Satisfecho

Neutral

Insatisfecho

Muy insatisfecho

**Figura 34:** Tiempo de respuesta

La figura 35 muestra las preguntas de la sección Atractivo visual:

**ATRACTIVO VISUAL**

¿Qué tan atractivo encontraste el diseño visual del recorrido virtual y de la guía? \*

- Muy atractivo
- Atractivo
- Neutral
- Poco atractivo
- Nada atractivo

¿El diseño visual del recorrido virtual contribuyó a una experiencia de usuario positiva? \*

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

Figura 35: Atractivo visual

A continuación, la figura 36 muestra las preguntas del Porcentaje de aprendizabilidad:

**PORCENTAJE DE APRENDIZABILIDAD**

¿Qué tan fácil te resultó aprender a usar la guía virtual? \*

- Muy fácil
- Fácil
- Neutral
- Difícil
- Muy difícil

¿Qué tan intuitiva te pareció la navegación con la guía virtual? \*

- Muy intuitiva
- Intuitiva
- Neutral
- Poco intuitiva
- Nada intuitiva

Figura 36: Porcentaje de Aprendizabilidad

La figura 37 muestra las preguntas de la sección de Operabilidad:

**OPERABILIDAD**

¿Qué tan fácil fue interactuar con la guía virtual durante el recorrido? \*

- Muy fácil
- Fácil
- Neutral
- Difícil
- Muy difícil

¿Los menús y opciones de la aplicación estaban organizados de manera lógica y fácil de seguir? \*

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

Figura 37: Operabilidad



A continuación, la figura 38 muestra las preguntas de la sección de Protección frente a errores:

**PROTECCIÓN FRENTE A ERRORES**

¿Qué tan frecuentemente experimentaste cuelgues o bloqueos en la aplicación? \*

Nunca

Raramente

A veces

Frecuentemente

Muy frecuentemente

---

¿Consideras que la aplicación es confiable en términos de manejo de errores? \*

Totalmente de acuerdo

De acuerdo

Ni de acuerdo ni en desacuerdo

En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

**Figura 38:** Protección frente a errores

### b) Ejecución de las Pruebas

Ahora se tomó en cuenta a la población asignada para que realicen las pruebas de la aplicación y puedan llenar la encuesta de la evaluación de la usabilidad, para lo cual se obtuvo los siguientes resultados:

La figura 39, muestra el gráfico de los resultados de la sección “claridad de la información”:



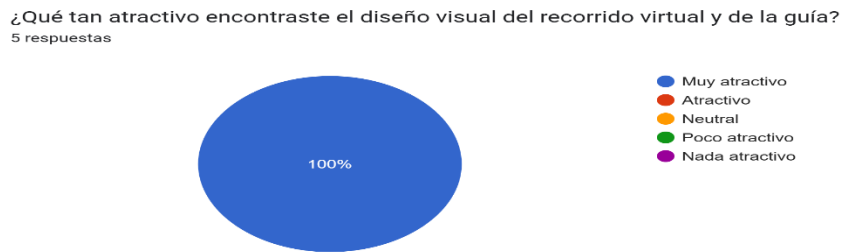
**Figura 39:** Respuestas Sección - Claridad de la información

La figura 40, muestra el gráfico de los resultados de la sección “tiempo de respuesta”:



**Figura 40:** Respuestas Sección – Tiempo de respuesta

La figura 41, muestra el gráfico de los resultados de la sección “Atractivo visual”:



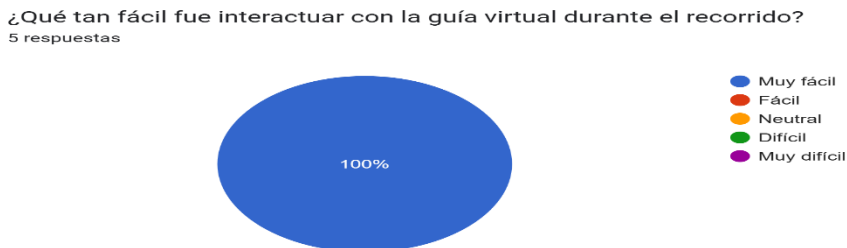
**Figura 41:** Respuestas Sección – Tiempo de respuesta

La figura 42, muestra el gráfico de los resultados de la sección “Porcentaje de aprendizabilidad”:



**Figura 42:** Respuestas Sección – Porcentaje de aprendizabilidad

La figura 43, muestra el gráfico de los resultados de la sección “Operabilidad”:



**Figura 43:** Respuestas Sección – Operabilidad

La figura 44, muestra el gráfico de los resultados de la sección “Protección frente a errores”:

¿Qué tan frecuentemente experimentaste cuelgues o bloqueos en la aplicación?  
5 respuestas



**Figura 44:** Respuestas Sección – Protección frente a errores

## CAPÍTULO IV.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Resultados

Se realizó la encuesta a los 15 estudiantes de séptimo semestre de la carrera de TI de la Unach, después de haber utilizado la aplicación.

En la figura 45, se muestra los porcentajes de género del curso de séptimo semestre:

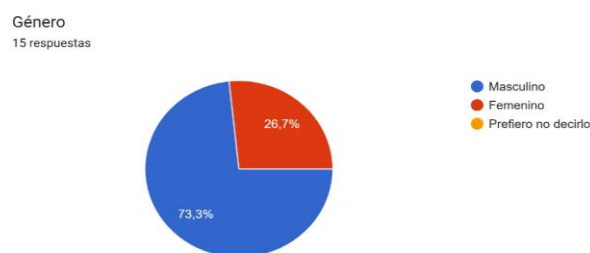


Figura 45: Género de los encuestados

En el gráfico se evidencia que 11 encuestados corresponden al género masculino con un 73,3% mientras que 4 encuestados corresponden al género femenino con un 26,7% dando un total del 100%.

#### a) Sección - Claridad de la información

En esta sección, se realizó las preguntas sobre la información que proporciona la guía virtual sobre el museo de Guano.

En la figura 46, se muestra las respuestas de la primera pregunta de esta sección:

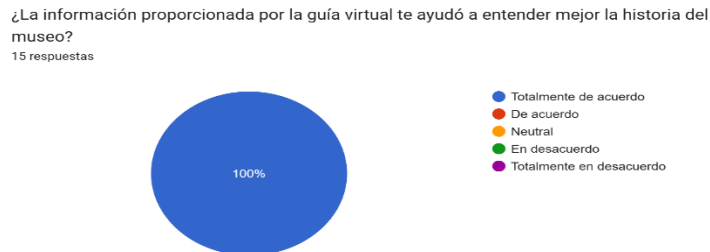


Figura 46: Claridad de la Información – pregunta 1

De acuerdo con las respuestas de la pregunta 1 de la sección “Claridad de la información”, la cual trata de “**¿Qué tan clara y comprensible encontraste la información proporcionada por la guía virtual?**” dio como resultado que un 86,7% de los encuestados correspondiente a 13 encuestados, dijeron que la información fue muy clara, mientras que el 13,3% correspondiente a 2 encuestados,

dijeron que la información era clara. Tomando en cuenta las respuestas se evidenció que la información de la guía es clara y comprensible para el usuario.

En la figura 47, se muestra las respuestas de la segunda pregunta de esta sección:



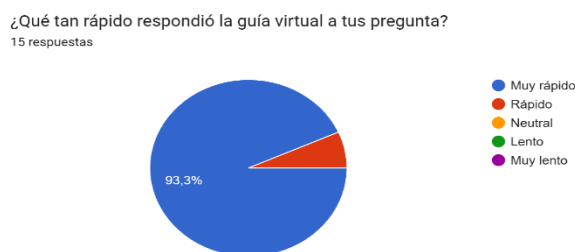
**Figura 47:** Claridad de la Información – pregunta 2

Las repuestas de la pregunta 2 de esta sección correspondientes a “**¿La información proporcionada por la guía virtual te ayudó a entender mejor la historia del museo?**” dio como resultado un 100% de efectividad donde los 15 encuestado tuvieron totalmente de acuerdo que la información de la guía les ayudó a entender la historia del museo. Con estas respuestas se evidenció que en su totalidad a todos les ayudó a comprender mejor la historia del museo.

#### b) Sección – Tiempo de Respuesta

En las preguntas de esta sección se hizo hincapié a los encuestados sobre el tiempo que le tomó a la guía virtual responder las diversas preguntas realizadas durante el recorrido por el museo.

La figura 48, da a conocer los resultados de la primera pregunta de esta sección:



**Figura 48:** Tiempo de Respuesta – pregunta 1

La representación gráfica de la pregunta 1 correspondiente a “**¿Qué tan rápido respondió la guía virtual a tus preguntas?**” dio como resultado que el 93,3% que corresponde a 14 encuestados, dijeron que la guía respondió muy rápido a sus preguntas, mientras que para el 6,7% que corresponde a 1 encuestado dijo que la guía

respondió rápido a sus preguntas. Tomando en cuenta estas respuestas, la rapidez al momento de contestar las preguntas del usuario por parte de la guía es muy rápido.

La figura 49, muestra los resultados de la segunda pregunta de esta sección:



**Figura 49:** Tiempo de Respuesta – pregunta 2

Los resultados obtenidos de la pregunta “¿Estás satisfecho con el tiempo de respuesta de la guía virtual” dio como resultado que un 80% correspondiente a 12 encuestados, dijeron que estaban muy satisfechos, mientras un 20% correspondiente a 3 encuestados dieron a conocer que están satisfechos con el tiempo de respuesta. Con estos datos se pudo evidenciar que todos están satisfechos con el tiempo de respuesta que dio la guía a las preguntas dadas.

### c) Sección – Atractivo visual

En esta sección se preguntó a los usuarios una vez utilizada la aplicación, cuan atractivo fue tanto el menú principal, configuración, la guía, el recorrido y el ambiente en general.

La figura 50, muestra los resultados de la primera pregunta de la sección:

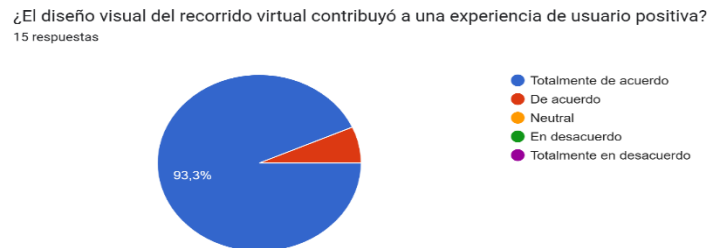


**Figura 50:** Atractivo Visual – pregunta 1

Acorde a los resultados de la pregunta “¿Qué tan atractivo encontraste el diseño visual del recorrido virtual y de la guía?” se obtuvieron un 93,3% los cuales son 14 encuestados que encontraron muy atractivo el diseño, mientras un 6,7% correspondiente a un encuestado que encontraron atractivo el diseño. Con estos

resultados podemos concluir que a todos los usuarios les pareció atractivo el diseño tanto del recorrido como de la guía.

La figura 51, da a conocer los resultados de la segunda pregunta de la sección:



**Figura 51:** Atractivo Visual – pregunta 2

Con la pregunta “**¿El diseño visual del recorrido virtual contribuyó a una experiencia positiva**” los resultados dieron un 93,3% de encuestados que estuvieron totalmente de acuerdo y un 6,7% que estuvieron de acuerdo. Con estos resultados se evidenció que un buen diseño visual ayuda a que el usuario tenga una mejor experiencia y sea más llamativo para él.

#### **d) Sección – Porcentaje de Aprendizabilidad**

En esta sección se le preguntó al usuario si para él fue fácil aprender a usar la guía y su interactividad, además de saber si fue intuitiva la navegabilidad con la guía.

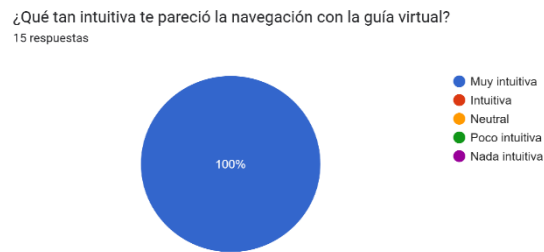
La figura 52, muestra los resultados de la primera pregunta de la sección:



**Figura 52:** Porcentaje de Aprendizabilidad – pregunta 1

Los resultados de la pregunta “**¿Qué tan fácil te resultó aprender a usar la guía virtual**” se obtuvo un 100% de los usuarios encuestados que les resultó muy fácil aprender a usar la guía. Con estos resultados se evidenció que la guía es fácil de utilizar.

La figura 53, muestra los resultados obtenidos de la segunda pregunta de esta sección:



**Figura 53:** Porcentaje de Aprendizabilidad – pregunta 2

En la segunda pregunta “¿Qué tan intuitiva te pareció la navegación con la guía virtual?” se proporcionó un 100% de usuarios que les pareció muy intuitiva la navegación con la guía. Con estos resultados se evidenció la aceptación total de los usuarios.

#### e) Sección – Operabilidad

En esta sección, el usuario calificó la interacción con la guía durante el recorrido y la funcionalidad, organización y facilidad de seguir de los menú y configuraciones de la aplicación.

En la figura 54, muestra los resultados de la primera pregunta de la sección:



**Figura 54:** Operabilidad – pregunta 1

Los resultados de la pregunta “¿Qué tan fácil fue interactuar con la guía virtual durante el recorrido” resultó un 100% de facilidad de interacción por parte de los usuarios. Estos resultados evidencian la facilidad de interacción de los usuarios con la guía.



La figura 55, da a conocer los resultados de la segunda pregunta de la sección:



**Figura 55:** Operabilidad – pregunta 2

Estos resultados correspondientes a la pregunta “¿Los menús y opciones de la aplicación estaban organizados de manera lógica y fácil de seguir?” se ve como los usuarios están 100% en total acuerdo que es fácil de seguir. Con esto, se ve que para toda la forma que están organizadas todas las interfaces de la aplicación son fáciles de seguir para el usuario.

#### f) Sección – Protección frente a errores

En esta sección se realizó las preguntas sobre posibles cuelgues de la aplicación y la confianza que les dio la aplicación frente a errores después de su uso.

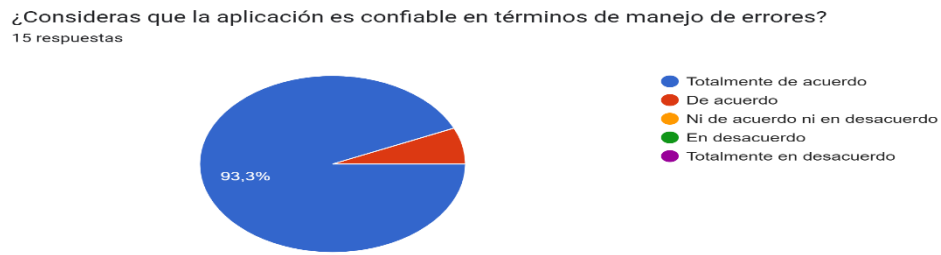
En la figura 56, se muestra los resultados de la primera pregunta de la sección:



**Figura 56:** Protección frente a errores – pregunta 1

La pregunta “¿Qué tan frecuentemente experimentó cuelgues o bloqueos en la aplicación” dio como resultado que un 93,3% correspondiente a 14 encuestados dijeron que nunca experimentaron cuelgues en la aplicación, mientras que un 6,7% correspondiente a 1 encuestado dijo que raramente experimentó un cuelgue en el uso. Esto da a conocer que la aplicación experimenta una buena confiabilidad en su uso.

La figura 57, da los resultados de la segunda pregunta de la sección:



**Figura 57:** Protección frente a errores – pregunta 2

Los resultados de la pregunta “¿Consideras que la aplicación es confiable en términos de manejo de errores?” da a conocer que un 93,3% están totalmente de acuerdo, mientras que un 6,7% están de acuerdo con la confiabilidad en manejo de errores. Estos resultados evidencian que los usuarios están de acuerdo que la aplicación es confiable en el manejo de errores.

### 4.1.1 Resultados aplicando la escala de Likert

A continuación, en la tabla, se muestran la interpretación de las preguntas realizadas en la encuesta con su valoración respectiva en la escala de Likert, realizando un promedio de cada pregunta por los 15 estudiantes encuestados:

**Tabla 10:** Encuesta con valores en escala de Likert

USABILIDAD DE LA APLICACIÓN													
Encuestados	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Pregunta 5	Pregunta 6	Pregunta 7	Pregunta 8	Pregunta 9	Pregunta 10	Pregunta 11	Pregunta 12	TOTAL ENCUESTA
1	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	58
2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	60
3	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	57
4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	60
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	60
6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	60
7	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	57
8	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	60
9	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	58
10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	60
11	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	60
12	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	60
13	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	60
14	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	60
15	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	60
<b>Total</b>	<b>4,866666667</b>	<b>5</b>	<b>4,933333333</b>	<b>4,8</b>	<b>4,933333333</b>	<b>4,933333333</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4,933333333</b>	<b>4,933333333</b>	<b>890</b>

Una vez realizado la interpretación de cada pregunta con la escala de Likert, se procedió a realizar el conteo de cada pregunta para saber el total de encuestados que seleccionaron cada una de las respuestas, tal y como se muestra en la tabla:

**Tabla 11:** Representación de los valores por pregunta

Valores	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Pregunta 5	Pregunta 6	Pregunta 7	Pregunta 8	Pregunta 9	Pregunta 10	Pregunta 11	Pregunta 12	TOTAL
Totalmente Satisfecho	13	15	14	12	14	14	15	15	15	15	14	14	170
Muy Satisfecho	2	0	1	3	1	1	0	0	0	0	1	1	10
Satisfecho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poco Satisfecho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nada Satisfecho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>180</b>

Con el conteo de todas las preguntas con sus respectivas respuestas, se fue evidenciando que en su mayoría estuvieron totalmente satisfechos con la aplicación, pero para poder interpretar de mejor manera los resultados se aplicó un gráfico de pastel sacando un promedio de todos los resultados, como se muestra en la figura:



**Figura 58:** Gráfico del porcentaje de satisfacción

Con la figura se evidenció un 94% de encuestados que estuvieron totalmente satisfechos con la aplicación y un 6% que estuvieron muy satisfechos, dando así un balance muy positivo de la Guía virtual del museo, dando una excelente aprobación por los usuarios.

## 4.2 Discusión

En este estudio, se ha evaluado la percepción de los usuarios sobre la experiencia proporcionada por la aplicación de un guía virtual utilizando inteligencia artificial, los resultados mostraron un nivel de satisfacción muy alto, con un 94% de los usuarios reportando estar "Totalmente satisfechos". Estos datos sugieren que la implementación de un guía con IA contribuyó significativamente a una experiencia de usuario positiva y personalizada y que su implementación no incide en la usabilidad de la aplicación.

Estos hallazgos contrastan con los resultados de otro estudio titulado "The Impact of Virtual Tours on Museum Exhibitions After the Onset of COVID-19 Restrictions: Visitor Engagement and Long Term Perspectives", donde se encontró que el 53.3% de los usuarios estaban en desacuerdo o muy en desacuerdo con que el recorrido virtual proporcionara una sensación de experiencia de visita personalizada [13].

Varias razones pueden explicar esta discrepancia. En primer lugar, la implementación de una guía de IA en nuestra aplicación puede haber mejorado la interacción del usuario al proporcionar respuestas personalizadas y contexto relevante durante el recorrido, algo que parece haber faltado en los recorridos evaluados en el otro estudio. Además, es posible que la tecnología y la interfaz utilizadas en nuestro proyecto fueran más avanzadas o intuitivas, facilitando una experiencia más inmersiva y satisfactoria para los usuarios.

Otra consideración importante es el contexto y las expectativas de los usuarios. Durante la pandemia, los recorridos virtuales pueden haber sido una novedad obligada, con usuarios que no estaban completamente adaptados a la falta de interacción física. En cambio, nuestra aplicación pudo haberse beneficiado de una base de usuarios más acostumbrada a las interacciones digitales y más receptiva a las tecnologías de IA.

Con esto se evidenció que, aunque ambos estudios abordan la usabilidad de las aplicaciones de recorridos virtuales, nuestros resultados indican que la incorporación de guías de IA puede mejorar significativamente la percepción de personalización y satisfacción del usuario. Estas diferencias resaltan la importancia de seguir innovando en la interfaz y el contenido de los recorridos virtuales para satisfacer mejor las expectativas de los usuarios.

## CAPÍTULO V.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

La investigación sobre el uso de tecnologías de inteligencia artificial (IA) en recorridos virtuales demostró un notable potencial para mejorar la experiencia del usuario. En este proyecto, se aprovechó las capacidades de técnicas avanzadas de IA, como el aprendizaje profundo y el procesamiento de información, para crear un entorno más interactivo y enriquecedor para los usuarios. El enfoque en la utilización del API de IA de Convai permitió ofrecer una experiencia personalizada y adaptativa, destacando por su capacidad para responder en tiempo real a las interacciones del usuario con información precisa y relevante.

La implementación del API de IA de Convai ha sido un pilar fundamental en el éxito de este proyecto, proporcionando una solución efectiva para desarrollar experiencias interactivas y personalizadas. Esta API ha facilitado la generación de contenido dinámico y la interacción en tiempo real, destacándose en la creación de guías virtuales inteligentes que se adaptan a las preguntas de los usuarios, ofreciendo información precisa y relevante con reconocimiento de voz. Este nivel de personalización y adaptabilidad ha llevado la experiencia del usuario a un nuevo nivel, estableciendo un estándar de calidad en la industria de los recorridos virtuales.

La evaluación de la usabilidad, conforme a la norma ISO/IEC 25010, ha confirmado su alta usabilidad y efectividad. La encuesta realizada a estudiantes ha reflejado una altísima satisfacción en aspectos clave como la claridad de la información, rapidez en el tiempo de respuesta, atractivo visual, facilidad de uso, operabilidad y confiabilidad. Al promediar estos aspectos, se obtuvo un sobresaliente 94\% de usabilidad general, asegurando una experiencia de usuario positiva y confiable. Este resultado no solo valida la eficacia de nuestra aplicación según los estándares internacionales, sino que también destaca nuestra dedicación al diseño centrado en el usuario y a la excelencia técnica.

## **5.2 Recomendaciones**

Ampliación de Funcionalidades de la Guía Virtual, dado el éxito de la guía virtual en términos de claridad de información y tiempo de respuesta, se recomienda ampliar las funcionalidades de la guía. Esto podría incluir la incorporación de más idiomas, para enriquecer aún más la experiencia del usuario, y la integración de realidad aumentada (AR) para ofrecer una experiencia más inmersiva y atractiva.

Ampliar el Uso del API de Convai para Más Funcionalidades, la efectividad demostrada por el API de Convai en la creación de experiencias interactivas y personalizadas sugiere que su uso podría ampliarse. Se recomienda explorar y desarrollar nuevas funcionalidades que aprovechen esta API, como la incorporación de análisis de sentimiento y adaptación de contenido en tiempo real para ofrecer experiencias aún más inmersivas y adaptativas a las necesidades de los usuarios.

Realizar Evaluaciones Continuas de Usabilidad con Normas ISO/IEC 25010, Se recomienda implementar un ciclo continuo de evaluaciones de usabilidad basado en esta norma, ampliando las pruebas a diferentes grupos de usuarios y contextos. Esto permitirá identificar áreas de mejora y asegurar que la aplicación siga ofreciendo una experiencia de usuario positiva y confiable, manteniendo el porcentaje general de usabilidad alto o incluso incrementándolo.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] D. C. A. R. R., «Inteligencia Artificial,» Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual, Panamá, 2021.
- [2] M. A. Boden, *AI. Its Nature and Future*, Madrid: Turner Publicaciones , 2016.
- [3] P. Mukherjee, «CONVAI,» 2023. [En línea]. Available: <https://docs.convai.com/api-docs/reference/core-api-reference>.
- [4] Y. Fernández, «Xataka,» 30 Julio 2024. [En línea]. Available: <https://www.xataka.com/basics/chatgpt-que-como-usarlo-que-puedes-hacer-este-chat-inteligencia-artificial>. [Último acceso: 03 Agosto 2024].
- [5] «HIX.AI,» [En línea]. Available: <https://hix.ai/es/hub/chatgpt/chatgpt-api>. [Último acceso: 03 Agosto 2024].
- [6] M. J. H. Fernández, «Realidad extendida: recorridos virtuales y modelos geológicos 3D para asignaturas de Grados de Ciencias de la Tierra,» Madrid, 2022.
- [7] M. P. M. Proaño, «LOS MUSEOS VIRTUALES COMO ESPACIOS DE ENSEÑANZA–APRENDIZAJE PARA EL NIVEL INICIAL,» Quito, 2022.
- [8] «Unreal Engine,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.unrealengine.com/en-US/unreal-engine-5>. [Último acceso: 12 Mayo 2024].
- [9] «Ivisual,» 23 Junio 2023. [En línea]. Available: <https://ivisualformacion.com/blog/tutoriales/programacion-en-unreal-engine>. [Último acceso: 12 Mayo 2024].
- [10] E. Guzman, «Azure Microsoft,» 22 Febrero 2020. [En línea]. Available: <https://azure.microsoft.com/es-es/products/playfab#tabxa3fbe25a1b6c433593d229f2c77f256e>. [Último acceso: 9 Julio 2024].
- [11] X. Murillo, A. Gutierrez, A. Ibañez, J. Quiroz, G. Sahonero y F. Díaz, «Implementación de la metodología SUM modificada para el desarrollo de videojuegos orientados al aprendizaje en Bolivia,» La Paz. Bolivia, 2020.
- [12] «ISO25000,» 2022. [En línea]. Available: <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010>. [Último acceso: 15 Mayo 2024].
- [13] R. Giuseppe, D. Fabiana, K. Evrim y P. Domenico, «The impact of virtual tours on museum exhibitions after the onset of covid-19 restrictions: visitor engagement and long-term perspectives,» *ResearchGate*, vol. XI, n° 11, p. 159, 2021.
- [14] R. C. Elisondo y M. F. Melgar, «Museos virtuales y enseñanza creativa en arquitectura y diseño,» *Reidocrea*, pp. 154-157, 2019.
- [15] L. Moreno, A. Ferrando y M. Suárez, «Reinvención del turismo en clave de inteligencia artificial,» 2022.



## ANEXOS

### Anexo 1: Encuesta para evaluar la usabilidad de la aplicación mediante

Google Forms: Link: <https://forms.gle/tGDyfA5Pkb2RZddPA>



**GUANO ECUADOR**

### EVALUACIÓN DE USABILIDAD

Esta encuesta es para evaluar la USABILIDAD de la guía virtual del recorrido virtual del museo del cantón Guano.

kelvin.jaramilloc@gmail.com [Cambiar de cuenta](#)

No compartido

\* Indica que la pregunta es obligatoria

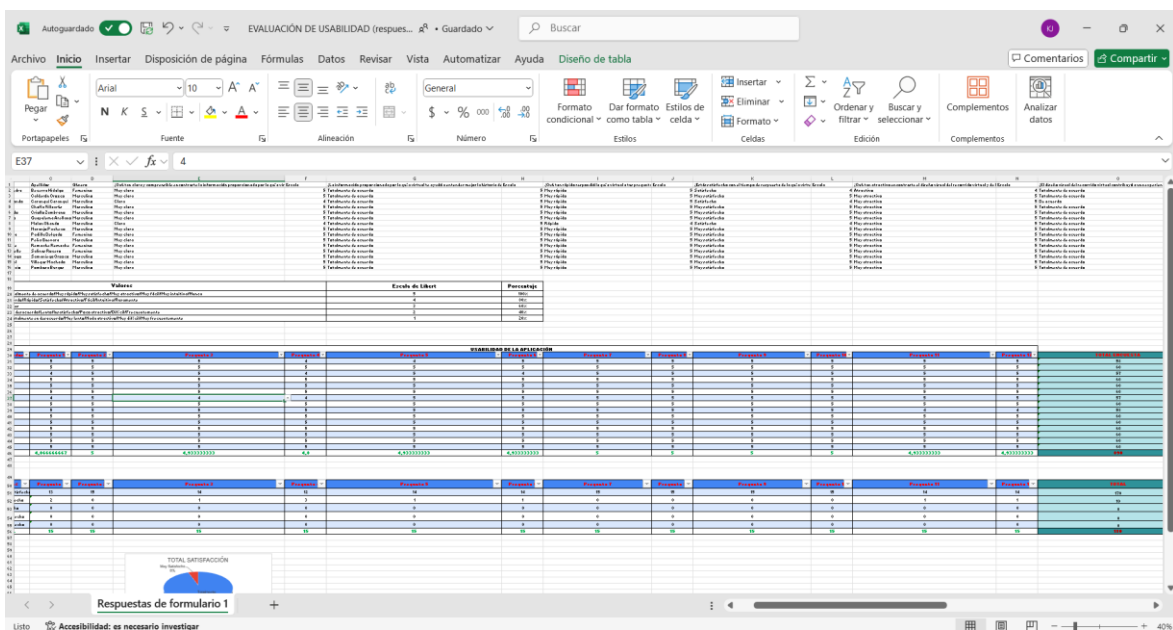
#### PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



Encuesta realizada en Forms

### Anexo 2: Excel de la encuesta con las tablas y resultados:

Link: [EVALUACIÓN DE USABILIDAD \(respuestas\).xlsx](#)



Respuesta	Porcentaje
1	100%
2	100%
3	100%
4	100%
5	100%
6	100%
7	100%
8	100%
9	100%
10	100%
11	100%
12	100%
13	100%
14	100%
15	100%
16	100%
17	100%
18	100%
19	100%
20	100%
21	100%
22	100%
23	100%
24	100%
25	100%
26	100%
27	100%
28	100%
29	100%
30	100%
31	100%
32	100%
33	100%
34	100%
35	100%
36	100%
37	100%
38	100%
39	100%
40	100%
41	100%
42	100%
43	100%
44	100%
45	100%
46	100%
47	100%
48	100%
49	100%
50	100%
51	100%
52	100%
53	100%
54	100%
55	100%
56	100%
57	100%
58	100%
59	100%
60	100%
61	100%
62	100%
63	100%
64	100%
65	100%
66	100%
67	100%
68	100%
69	100%
70	100%
71	100%
72	100%
73	100%
74	100%
75	100%
76	100%
77	100%
78	100%
79	100%
80	100%
81	100%
82	100%
83	100%
84	100%
85	100%
86	100%
87	100%
88	100%
89	100%
90	100%
91	100%
92	100%
93	100%
94	100%
95	100%
96	100%
97	100%
98	100%
99	100%
100	100%

TOTAL SATISFACCIÓN: 100%

Excel de respuestas