



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

## **FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**

### **CARRERA SOFTWARE**

# **DESARROLLO DE UN AUDIOJUEGO PARA NIÑOS NO VIDENTES, CENTRADO EN EL APRENDIZAJE NARRATIVO, BASADO EN LA METODOLOGÍA SUM**

## **Trabajo de integración curricular**

Tipo: Proyecto técnico

Presentado para optar al grado académico de:

## **INGENIERO EN SOFTWARE**

### **AUTORES:**

ALEX VINICIO ANDINO YUQUILEMA

JOSSELYN IVONNE BARAHONA PACA

Riobamba – Ecuador

2022



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**

**CARRERA SOFTWARE**

**DESARROLLO DE UN AUDIOJUEGO PARA NIÑOS NO  
VIDENTES, CENTRADO EN EL APRENDIZAJE NARRATIVO,  
BASADO EN LA METODOLOGÍA SUM**

**Trabajo de integración curricular**

Tipo: Proyecto técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO EN SOFTWARE**

**AUTORES:** ALEX VINICIO ANDINO YUQUILEMA  
JOSELYN IVONNE BARAHONA PACA

**DIRECTOR:** Ing. DIEGO FERNANDO AVILA PESÁNTEZ Ph. D.

Riobamba – Ecuador

2022

**© 2022, Alex Vinicio Andino Yuquilema, Josselyn Ivonne Barahona Paca**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor

Yo, Alex Vinicio Andino Yuquilema y Josselyn Ivonne Barahona Paca, declaramos que el presente trabajo de integración curricular es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de integración curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 25-02-2022



**Josselyn Ivonne Barahona Paca**  
172311769-1.



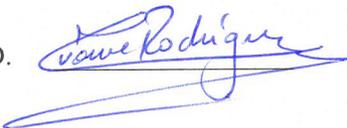
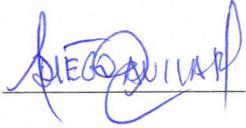
**Alex Vinicio Andino Yuquilema**  
060509365-7

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**

**CARRERA SOFTWARE**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El trabajo de Integración Curricular; tipo proyecto técnico, **DESARROLLO DE UN AUDIOJUEGO PARA NIÑOS NO VIDENTES, CENTRADO EN EL APRENDIZAJE NARRATIVO, BASADO EN LA HISTORIA DEL ECUADOR**, realizado por el señor: **ALEX VINICIO ANDINO YUQUILEMA** y la señorita: **JOSSELYN IVONNE BARAHONA PACA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Ivonne Elizabeth Rodríguez Flores Ph, D. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2022-02-25
Ing. Diego Fernando Avila Pesántez Ph, D. <b>DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2022-02-25
Lic. Raúl Marcelo Lozada Yáñez Mgs. <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>		2022-02-25

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado a nuestros padres, quienes nos han brindado todo su apoyo incondicional para concluirlo con éxito, por inculcarnos buenos valores que nos permiten encaminarnos a ser profesionales que brinden apoyo a la sociedad, también agradecer a todas las personas que nos ayudaron de una u otra forma a cumplir con nuestros objetivos propuestos, por lo que permitieron construir lazos de amistad y conocimiento.

Alex y Josselyn.

## **AGRADECIMIENTO**

Damos un gran agradecimiento a nuestros padres por darnos su apoyo emocional y espiritual, a nuestra querida y prestigiosa Institución Académica ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, que nos brindó su apertura para ser parte de la gran comunidad politécnica y llena de coraje, con valentía para alcanzar metas y objetivos propuestos y formarnos como personas que aportan a la sociedad.

Un agradecimiento especial a quienes nos colaboraron con la culminación del presente proyecto, al Ing. Diego Ávila nuestro director y al Ing. Raúl Lozada, nuestro miembro, gracias por compartir su conocimiento, tiempo, dedicación y apoyo.

Alex y Josselyn.

## TABLA DE CONTENIDO

INDICE DE TABLAS.....	ix
INDICE DE FIGURAS.....	xi
INDICE DE GRÁFICOS.....	xii
INDICE DE ANEXOS .....	xiii
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY .....	xv
INTRODUCCIÓN .....	1
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>2</b>
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.1.1. <i>Antecedentes</i> .....	2
1.1.2. <i>Formulación del problema</i> .....	3
1.1.3. <i>Sistematización del problema</i> .....	3
1.2. Justificación .....	3
1.2.1. <i>Justificación teórica</i> .....	3
1.2.2. <i>Justificación aplicativa</i> .....	4
1.3. Objetivos .....	5
1.3.1. <i>Objetivo general</i> .....	5
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	5
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....</b>	<b>6</b>
2.1. Proceso de aprendizaje en niños no videntes.....	6
2.1.1. <i>Aprendizaje narrativo</i> .....	6
2.1.2. <i>Aprendizaje de matemáticas</i> .....	7
2.1.3. <i>Material didáctico y apoyos técnicos</i> .....	8
2.2. Videojuegos.....	9
2.2.1. <i>Habilidades desarrolladas por videojuegos</i> .....	10
2.2.2. <i>Videojuegos y educación</i> .....	10
2.2.3. <i>Importancia de la accesibilidad a videojuegos</i> .....	11

2.2.4.	<i>Recursos para acceder a videojuegos educativos accesibles</i>	12
2.2.5.	<i>Audiojuego</i>	13
2.2.5.1.	<i>Audio 3D</i>	14
2.3.	<b>Software</b>	16
2.3.1.	<i>Desarrollo de software</i>	16
2.3.1.1.	<i>Metodología SUM</i>	16
2.3.1.2.	<i>Fases de desarrollo</i>	17
2.3.1.3.	<i>Roles</i>	18
2.4.	<b>Calidad de software</b>	18
2.4.1.	<i>Usabilidad</i>	18
2.4.2.	<i>Capacidad de aprendizaje</i>	19
2.5.	<b>Herramientas tecnológicas</b>	20
2.5.1.	<i>Unity</i>	20
2.5.2.	<i>Lenguaje de programación C#</i>	20
2.5.3.	<i>MySQL</i>	20
2.5.4.	<i>Ambeo</i>	20
2.5.5.	<i>Blender</i>	20
2.6.	<b>Trabajos relacionados</b>	21
2.6.1.	<i>Feelifs mundo</i>	21
2.6.2.	<i>The rocky planets</i>	21
2.6.3.	<i>Talking toolbox para window</i>	21
2.6.4.	<i>Audiojuegos para el desarrollo de habilidades auditivas</i>	22
<b>CAPÍTULO III</b>		
3.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b>	23
3.1.	<b>Tipo de estudio</b>	23
3.2.	<b>Metodología aplicada</b>	23
3.2.1.	<i>Método para analizar el proceso de aprendizaje</i>	24
3.2.2.	<i>Metodología para evaluar la usabilidad</i>	25
3.3.	<b>Metodología de desarrollo SUM</b>	26

3.3.1.	<i>Concepto</i> .....	26
3.3.2.	<i>Gestión de riesgo</i> .....	31
3.3.3.	<i>Planificación</i> .....	31
3.3.4.	<i>Elaboración</i> .....	37
3.3.4.1.	<i>Esquema general de prototipo</i> .....	37
3.3.4.2.	<i>Estándar de codificación</i> .....	38
3.3.4.3.	<i>Diseño de la base de datos</i> .....	38
3.3.4.4.	<i>Diseño de la arquitectura</i> .....	39
3.3.4.5.	<i>Elaboración de personajes</i> .....	40
3.3.4.6.	<i>Diseño de las escenas</i> .....	40
3.3.4.7.	<i>Desarrollo de tareas</i> .....	41
3.3.5.	<i>Pruebas beta</i> .....	43
3.3.6.	<i>Cierre</i> .....	44
<b>CAPITULO IV</b>		
4.	<b>RESULTADOS</b> .....	45
4.1.	<b>Capacidad de aprendizaje</b> .....	45
4.2.	<b>Análisis de resultados de capacidad de aprendizaje</b> .....	53
4.3.	<b>Niveles de puntuación para la capacidad de aprendizaje</b> .....	54
<b>CONCLUSIONES</b> .....		56
<b>RECOMENDACIONES</b> .....		57
<b>GLOSARIO</b>		
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		
<b>ANEXOS</b>		

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-3:</b> Métodos y técnicas .....	24
<b>Tabla 2-3:</b> Indicadores de medición para la usabilidad.....	25
<b>Tabla 3-3:</b> Requisitos generales del sistema .....	27
<b>Tabla 4-3:</b> Ficha del audiojuego.....	27
<b>Tabla 5-3:</b> Sistema de puntaje por nivel y preguntas. ....	28
<b>Tabla 6-3:</b> Personajes del audiojuego .....	29
<b>Tabla 7-3:</b> Riesgos con alta probabilidad de manifestación.....	31
<b>Tabla 8-3:</b> Miembros y roles del audiojuego .....	32
<b>Tabla 9-3:</b> Valores de puntos estimados. ....	32
<b>Tabla 10-3:</b> Valoración y cálculo de puntos de función .....	33
<b>Tabla 11-3:</b> Recursos técnicos .....	34
<b>Tabla 12-3:</b> Costos reales en el equipo de desarrollo.....	34
<b>Tabla 13-3:</b> Recursos software.....	35
<b>Tabla 14-3:</b> Otros gastos .....	35
<b>Tabla 15-3:</b> Gastos en servicios .....	35
<b>Tabla 16-3:</b> Costos reales.....	36
<b>Tabla 17-3:</b> Definición de características del juego.....	366
<b>Tabla 18-3:</b> Assets asignados para los personajes principales .....	400
<b>Tabla 19-3:</b> Historia de usuarios sistemas de cámara del jugador .....	422
<b>Tabla 20-3:</b> Tarea de ingeniería sistemas de cámara del jugador .....	433
<b>Tabla 21-3:</b> Errores encontrados en la primera prueba beta.....	443
<b>Tabla 22-3:</b> Errores encontrados en la segunda prueba beta.....	444
<b>Tabla 1-4:</b> Estadística descriptiva pregunta 1 .....	46
<b>Tabla 2-4:</b> Estadística descriptiva pregunta 2 .....	47
<b>Tabla 3-4:</b> Estadística descriptiva pregunta 3 .....	48
<b>Tabla 4-4:</b> Estadística descriptiva pregunta 4 .....	48
<b>Tabla 5-4:</b> Estadística descriptiva pregunta 5 .....	49
<b>Tabla 6-4:</b> Estadística descriptiva pregunta 6 .....	50
<b>Tabla 7-4:</b> Estadística descriptiva pregunta 7 .....	51
<b>Tabla 8-4:</b> Estadística descriptiva pregunta 8 .....	52
<b>Tabla 9-4:</b> Estadística descriptiva pregunta 9 .....	52
<b>Tabla 10-4:</b> Estadística descriptiva pregunta 10 .....	53
<b>Tabla 11-4:</b> Resultados obtenidos de la encuesta.....	54

<b>Tabla 12-4:</b> Indicador para medir la calidad del software.....	54
--	----

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-2:</b> Taxonomía de discapacidades para el contexto de los videojuegos.....	12
<b>Figura 2-2:</b> Direccionalidad de un sonido ubicado a la derecha del individuo.....	15
<b>Figura 3-2:</b> Ciclo de vida de la metodología SUM.....	17
<b>Figura 1-3:</b> Gestión de archivos en Unity .....	30
<b>Figura 2-3:</b> Librería Ambeo Orbit para crear audio 3D en Reaper .....	30
<b>Figura 3-3:</b> Diagrama de flujo del prototipo del audiojuego .....	37
<b>Figura 4-3:</b> Modelo de la base de datos .....	38
<b>Figura 5-3:</b> Arquitectura del audiojuego “Expo-camino”.....	39
<b>Figura 6-3:</b> Prototipo del menú principal de Expo-camino.....	41

## INDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-4:</b>	Frecuencia de la pregunta 1.....	455
<b>Gráfico 2-4:</b>	Frecuencia de la pregunta 2.....	466
<b>Gráfico 3-4:</b>	Frecuencia de la pregunta 3.....	477
<b>Gráfico 4-4:</b>	Frecuencia de la pregunta 4.....	488
<b>Gráfico 5-4:</b>	Frecuencia de la pregunta 5.....	49
<b>Gráfico 6-4:</b>	Frecuencia de la pregunta 7.....	500
<b>Gráfico 7-4:</b>	Frecuencia de la pregunta 7.....	501
<b>Gráfico 8-4:</b>	Frecuencia de la pregunta 8.....	511
<b>Gráfico 9-4:</b>	Frecuencia de la pregunta 9.....	522
<b>Gráfico 10-4:</b>	Frecuencia de la pregunta 10.....	533

## **INDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** Entrevista para el análisis del aprendizaje en niños no videntes.

**ANEXO B:** Encuesta centrada en la capacidad de aprendizaje para medir usabilidad.

**ANEXO C:** Hojas de gestión de riesgo

**ANEXO D:** Planificación de las actividades.

**ANEXO E:** Diseño del diagrama de despliegue y prototipos de alta fidelidad.

**ANEXO F:** Diccionario de datos.

**ANEXO G:** Datos obtenidos de la encuesta

## RESUMEN

El enfoque principal del presente trabajo de integración curricular fue implementar un audiojuego “EXPO-CAMINO” para niños no videntes entre 8 a 10 años, mediante el aprendizaje narrativo en sucesos históricos de Quito colonial. La metodología ágil SUM fue aplicada para su construcción, basado en las fases de desarrollo. Para el análisis de requerimientos se utilizó las técnicas como entrevista, revisión de documentación, y lluvia de ideas. Las herramientas seleccionadas fueron el editor de código Visual Studio Code, el lenguaje de programación PHP para el lado del servidor; el lenguaje de programación C# con el motor de videojuegos Unity para los scripts, UnityWebRequest para las respuestas a peticiones HTTP del Back-End, la API Windows Speech para el reconocimiento de voz, MySQL para la gestión de la base de datos, Ambeo Orbit librería para generar audios 3D en Reaper (estación de trabajo de audio digital) y Blender para generar animaciones en 2D de los personajes. Además, se centró en una subcaracterística de la usabilidad, una de las 8 características definidas por la Norma ISO/IEC 25010 como modelo de calidad. Se tomó como referencia el cuestionario Inventario de Medición de la Usabilidad del Software (SUMI) el cual permitió medir la capacidad de aprendizaje del videojuego. Como resultado de este trabajo se ha obtenido un nivel de la capacidad de aprendizaje del 80.4%, con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, el cual obtuvo un grado de satisfacción aceptable. Se concluye que EXPO-CAMINO cumple con los requisitos definidos por el cliente y la capacidad de aprendizaje del 80.4% permitió a los jugadores aprender nuevas mecánicas sin problemas. Finalmente se recomienda para trabajos futuros agregar funcionalidades que permitan incluir a usuarios con diferentes discapacidades físicas.

**Palabras clave:** <AUDIOJUEGO> <METODOLOGÍA SUM> <LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN> <APRENDIZAJE NARRATIVO> <NIÑOS NO VIDENTES>.



0567-DBRA-UPT-2022

2022-04-01

## **ABSTRACT**

The main focus of this curricular integration work was to implement an audio game "EXPO-CAMINO" for blind children between 8 to 10 years old, through narrative learning in historical events of colonial Quito. The agile SUM methodology was applied for its construction, based on development phases. For the analysis of requirements, techniques such as interview, documentation review, and brainstorming were used. The tools selected were the code editor Visual Studio Code, the programming language PHP for the server side; the C# programming language with the Unity game engine for the scripts, UnityWebRequest for responses to HTTP requests from the Back-End, API Windows Speech for speech recognition, MySQL for database management, Ambeo Orbit library to generate 3D audio in Reaper (digital audio workstation) and Blender to generate 2D animations of the characters. Furthermore, it focused on usability subcharacteristic, one of the 8 characteristics defined by the ISO/IEC Standard 25010 as a quality model. The Software Usability Measurement Inventory (SUMI) questionnaire was taken as a reference, which allowed to measure the learning capacity of the videogame. As a result of this work, a level of learning capacity of 80.4%, was obtained with a confidence level of 95% and a margin of error of 5%, which obtained an acceptable degree of satisfaction. It is concluded that EXPO-CAMINO meets the requirements defined by the user and its learning capacity of 80.4% allowed the players to learn new mechanics easily. Finally, it is recommended for future work to add functionalities that allow users with different physical disabilities to be included.

**Keywords:** <AUDIO GAME> <SUM METHODOLOGY> < PROGRAMMING LANGUAGE >  
<NARRATIVE LEARNING> <BLIND CHILDREN>

## INTRODUCCIÓN

Actualmente la industria de los videojuegos tiene un crecimiento exponencial, los beneficios que presentan al interactuar con un mundo virtual permite que exista una variedad orientada para usuarios de diferentes edades según Bermejo et al. (2016). Una de las categorías de los videojuegos son los juegos serios el cual tiene como enfoque principal aprender a través del juego López Raventos (2016). Los videojuegos también incorporan algunos dispositivos con la finalidad de crear entornos más realistas para simular la realidad.

A pesar de los grandes beneficios que presentan, no todos los usuarios pueden acceder a los mismos, debido a que la mayoría de los videojuegos disponibles en diversas plataformas como Play Station, Xbox y juegos de ordenador no siempre son accesibles para usuarios con problemas de visión, físicos o mentales. En el caso de usuarios con discapacidad visual se encuentra una categoría llamada audiojuego que recrea entornos virtuales a través del sonido, con el objetivo de que el usuario no vidente reciba los estímulos de respuesta mediante el audio, mientras el audio sea más realista el jugador podrá desenvolverse con más facilidad en el mundo virtual, para esto los efectos de sonido son incorporados en conjunto con audios 2D y 3D, así permite mejorar habilidades de navegabilidad y localización. En el presente trabajo de integración curricular “Desarrollo de un audiojuego para niños no videntes, centrado en el aprendizaje narrativo, basado en la metodología SUM”, se divide en 4 capítulos que se detallan a continuación:

**Capítulo I:** Se desarrolla el planteamiento del problema describiendo los antecedentes de la problemática, justificación teórica y aplicativa, se menciona el objetivo general del proyecto y objetivos específicos.

**Capítulo II:** Se conceptualiza la teoría de los audiojuegos, el uso de las herramientas tecnológicas para el proceso de aprendizaje en niños no videntes, la metodología SUM, las herramientas utilizadas para el desarrollo, la norma ISO/IEC 25010 para medir la calidad del videojuego.

**Capítulo III:** Se define el tipo de estudio del presente trabajo de integración curricular, métodos y técnicas para evaluar los objetivos planteados, se describe la muestra de la población y los instrumentos aplicados para medir el nivel de la capacidad de aprendizaje del audiojuego.

**Capítulo IV:** Se realiza un análisis de los resultados obtenidos que se aplicaron a la población objetivo, se muestran los resultados y su respectivo análisis.

# CAPÍTULO I

## 1 DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

### 1.1 Planteamiento del problema

#### 1.1.1 *Antecedentes*

Actualmente en el Ecuador existen 55 246 personas con discapacidad visual total y parcial de todas las edades según las cifras del Consejo Nacional para la Igualdad de la Discapacidad (2020), de la cantidad mencionada 2890 son niños, de los cuales el 5.23% se encuentran estudiando. El sistema educativo debe adaptar el proceso de aprendizaje para los niños con discapacidad visual, las dificultades para la enseñanza de las ciencias básicas son: inconvenientes con la tercera dimensión espacial, operaciones algebraicas, construcciones geométricas y contenidos relacionados con las ciencias sociales.

En el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Asociación de Invidentes “Milton Vedado” el software educativo usable es limitado para los niños no videntes genera dependencia de terceras personas para el manejo de las TICS, su implementación tiene costos altos, poca variedad de software educativo orientado a niños no videntes y la mayoría de audiojuegos están en idiomas extranjeros al español.

Con el tiempo se han desarrollado aplicaciones que se adaptan a las necesidades de personas no videntes. El software accesible es una herramienta importante para el desarrollo de habilidades y se considera esencial para su desenvolvimiento de las tareas cotidianas (Bermejo et al., 2016). A continuación, se mencionan ejemplos de software que son usables para usuarios invidentes:

1. Sleuth es un proyecto que pretende desarrollar un juego con experiencia de audio inmersivo para el usuario, se basa en como el ser humano percibe los sonidos y la forma como se relacionan dichos sonidos con situaciones y objetos de la realidad. Sleuth es un juego en el cual el usuario tiene un rol de detective y debe recolectar evidencias para resolver un asesinato, definiendo el asesino, el arma y la habitación donde sucedió (Drewes, Mynatt and Gandy, 2000).
2. En 2014 ingenieros del MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts) Media Lab. desarrollaron un dispositivo capaz de convertir texto en audio, permite que las personas

con discapacidad visual inicien en el proceso de lectura a temprana edad, la lectura Braille empieza alrededor de los 6 años.

3. El proyecto llamado “Finger Reader”, es un anillo que el usuario usa en su dedo índice; este dispositivo contiene una cámara que detecta el texto, y convierte el texto en audio en tiempo real, capaz de interpretar palabra por palabra (Shilkrot et al., 2015).

El desarrollo de un audiojuego para niños no videntes de un rango de 8 a 10 años, con funcionalidades usables permitirá mejorar la experiencia de usuario con las TICS. El audiojuego interactuará mediante comandos de voz y sonido envolvente aplicado en la Asociación de Invidentes “Milton Vedado”.

#### 1.1.2 *Formulación del problema*

¿Cuáles son las condiciones para que las herramientas tecnológicas implementadas en el proceso de aprendizaje de niños no videntes presenten un nivel de usabilidad apropiada?

#### 1.1.3 *Sistematización del problema*

¿Cuál es la metodología adoptada en el desarrollo de software educativo, basados en niños no videntes?

¿Qué características debe implementar el audiojuego para que se adapte a niños con problemas de visión parcial o total?

¿Cuál es el proceso para recolectar datos de la usabilidad enfocada en la capacidad de aprendizaje del audiojuego y como establecer los criterios adecuados para describir los resultados?

### 1.2 **Justificación**

#### 1.2.1 *Justificación teórica*

El aprendizaje según Zapata-ros (2015) es el proceso para adquirir conocimientos, competencias y habilidades que normalmente son el producto de estudio o de la práctica sobre un determinado tema. La experimentación a través de los sentidos permite obtener un conocimiento sólido, sin embargo, el uso de los 5 sentidos para el proceso de aprendizaje no siempre es posible, tal es el caso de los niños no videntes, en consecuencia, el tacto y el audio se convierten en sus principales sentidos para experimentar e interactuar en su entorno. El tacto es un sentido fundamental para su desenvolvimiento intelectual, los psicólogos han demostrado que este educa a la vista, por lo que

se convierte en acceso sustitutorio del mismo, de igual forma el oído juega un papel importante para el proceso educativo como medio de comunicación, alimenta y estimula el pensamiento más que las vista (Villey, 2010).

Una de las herramientas tecnológicas que permiten mejorar las destrezas auditivas, son los audiojuegos, el audio es el principal estímulo de salida que permite al usuario conocer cuál es la mecánica del videojuego según Bermejo et al. (2016). Al igual que los videojuegos su uso ofrece beneficios como: desarrollo de su confianza para tomar decisiones sin miedo a equivocarse, debido a que la integración se produce en ambientes de simulación, permite el uso de las TICs y también crea espacios para compartir con diferentes usuario, entornos, interfaces y dispositivos que son accesibles para esta población (López Raventos, 2016).

### 1.2.2 *Justificación aplicativa*

En la Asociación de Invidentes “Milton Vedado” para niños no videntes entre 8 a 10 años, ubicada en la ciudad de Quito es pertinente desarrollar un audiojuego que facilite integrar herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje, que sean usables tanto para niños no videntes o con un nivel de visión baja.

El desarrollo de un audiojuego permite reforzar el proceso de aprendizaje y se integra como una herramienta tecnológica para niños no videntes y con nivel de visión baja. Por lo tanto, este aplicativo será implementado con procesamiento de voz y máquinas de estado, que forman parte de inteligencia artificial y tecnología educativa. La mecánica del juego estará orientada para incentivar el desarrollo de habilidades espaciales y lógico matemáticas, mediante la narración histórica de: leyendas de iglesias, personajes destacados y arquitectura del centro histórico de Quito. Esto permite implementar un audiojuego con:

- Escenarios narrativos y envolventes.
- GUI para niños con un nivel de visión baja que permite la inclusión de los usuarios.
- Rutas guiadas en el mundo virtual para integrar sistemas de ayuda.

La usabilidad del audiojuego será medible mediante la característica de capacidad de aprendizaje definidas por la Norma ISO/IEC 25010 (2014), por lo cual la herramienta a desarrollar manejará entornos de interacción mediante una salida de audio, una GUI y micrófono.

### 1.3 **Objetivos**

#### 1.3.1 *Objetivo general*

Desarrollar un audiojuego para niños no videntes entre 8 a 10 años utilizando la metodología SUM, implementando audio 3D que se adapte al niño con diferentes niveles de discapacidad visual.

#### 1.3.2 *Objetivos específicos*

- Analizar el proceso de aprendizaje de niños no videntes y las herramientas tecnológicas en la Asociación de invidentes "Milton Vedado".
- Desarrollar un audiojuego para niños no videntes entre 8 a 10 años utilizando la metodología SUM y las herramientas UNITY, AMBEO Y BLENDER que permita reforzar el aprendizaje.
- Evaluar la capacidad de aprendizaje dentro de la métrica de usabilidad del audiojuego mediante la norma ISO/EIC 25010.

## CAPÍTULO II

### 2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

#### 2.1 Proceso de aprendizaje en niños no videntes

El aprendizaje se define como un proceso que producen cambios que pueden ser permanentes en la conducta a través de la adquisición de conocimientos, competencias y habilidades como consecuencia del estudio, practica y experiencia de un determinado tema. Un factor importante del proceso de aprendizaje son los estímulos que se reciben a partir de los 5 sentidos para generar experiencias y sensaciones que son parte esencial del proceso (Zapata-ros, 2015).

Los niños no videntes en el aprendizaje presentan limitaciones para recibir información mediante el sentido de la vista, la información debe ser proporcionada por los educadores, quienes deben ayudar a recolectar e interpretar a través del resto de los sentidos; auditivo y tacto. Las principales habilidades que debe desarrollar un niño no vidente para ser capaz de enfrentarse al ámbito educativo que plantea Calderón (2011), son las siguientes:

- Desplazamiento: el niño ciego no tiene la motivación para desplazarse seguidamente en busca de objetos por lo cual es necesario que desarrolle un motor adecuado que le permita movilidad autónoma.
- Lenguaje: con la nominación de objetos los niños podrán establecer relaciones y expresar deseos.
- Tacto: es el principal sentido para apreciar los objetos, aprenden sus nombres, forma y uso propio que puede manipular y jugar. La percepción del mundo que los rodea es analítica impuesta por el tacto, por lo que las experiencias táctiles les permiten el conocimiento de estructuras y formas básicas.
- Oído: permite discriminar sonidos, localizar, detectar obstáculos e identificar personas y objetos, son mejores en tareas de extraer secuencias cortas o complejas de sonidos, en memorizar las letras cuando se presentan acústicamente.

##### 2.1.1 *Aprendizaje narrativo*

La pedagogía narrativa propuesta por Rueda (2013), deriva de una profunda creencia en la narrativa como canal para organizar la comprensión, el aprendizaje y la acción humana. Cabe recordar que la narrativa integra el entorno y el tiempo de las acciones de una persona, es decir, los contextos sociales, culturales y económicos actuales. De este modo, mediante la narrativa de

una persona, se pueden comprender los procesos sociales existentes, que tienen un impacto en la narración de una persona para comprender sus acciones y su transformación, debido a que están limitadas por el entorno y el contexto.

Los beneficios que tiene el aprendizaje narrativo para los estudiantes son los siguientes (Gómez, 2013):

- Proporciona a los alumnos motivación, diversión, curiosidad y actitudes favorables para el aprendizaje.
- Ayuda a establecer conexiones entre los contenidos y a organizar la información.
- Promueve una gran cantidad de valores para trabajar en el aula.
- Fomenta el pensamiento crítico a partir de las reflexiones de los relatos.
- Desarrolla las habilidades sociales como la escucha activa y la empatía.
- Permite que los niños presten mayor atención y obtengan un nivel mayor de concentración.
- Crea un vínculo entre el docente y los alumnos, facilitando una comunicación más fluida y una interacción más bidireccional.
- Favorece un clima de trabajo relajado y participativo.
- Estimula la creatividad e imaginación del alumnado.
- Promueve una implicación emocional que permite que los mensajes se interpretan más rápido y de manera más profunda.

Es así como el aprendizaje narrativo para los niños se convierte en un vínculo entre su cotidianidad y el ambiente educativo, de igual forma es utilizado para generar una conexión entre el educador y los estudiantes, permite comprender los contextos sociales y culturales que sucede para así obtener diferentes tipos de conocimientos.

### 2.1.2 *Aprendizaje de matemáticas*

El profesor debe tomar en cuenta algunas ideas fundamentales que ayuden a orientar y facilitar el proceso de aprendizaje para los niños no videntes, Calderón (2011) propone el siguiente listado:

- Utilizar el juego como principal estrategia metodológica ya que el mismo es una actividad propia del niño.
- Facilitar ampliamente la acción y experimentación al estimular su participación en las tareas educativas.
- Organizar las actividades partiendo de lo simple a lo complejo, de lo concreto a lo abstracto, presentando materiales tangibles variados y novedosos.
- Fomentar la creatividad, la imaginación y actitudes positivas frente al aprendizaje.

- Utilizar un lenguaje rico en expresiones, de esta manera ayuda a la estructura de abstracción y conceptos.
- Descubrir relaciones y a la vez generar actitudes emocionales positivas.

### 2.1.3 *Material didáctico y apoyos técnicos*

El material didáctico es esencial en el proceso de aprendizaje de cualquier tipo, por lo cual la limitación de visión no debe ser un impedimento para el proceso, es importante que el material sea adaptado a las necesidades y habilidades de los estudiantes, los estímulos visuales pueden ser remplazados por los soportes táctiles y auditivos. Este debe presentar las siguientes cualidades: transportable, adecuado a las características perceptivas, sencillo y económico, con cualidades sensoriales (Fernández del Campo, 1996).

Es importante considerar el uso del ábaco para el desarrollo de habilidades, el cual está diseñado para realizar operaciones matemáticas y otros materiales con los que el invidente puede trabajar el cálculo como: caja aritmética, cúbaco, cubarritmo, material lepca, números en colores, entre otros. También hay otros tipos de instrumentos para el dibujo: goniómetro, compas (modificando el lápiz ordinario por un punzón), regla milimetrada con indicaciones en relieve, transportador que es adaptado para niños invidentes marcando los grados de forma que lo puedan percibir táctilmente.

El uso del material didáctico y la didáctica que se maneje en los grupos de niños es importante para el proceso, los educadores deben considerar que el entorno debe adaptarse a sus necesidades para un desenvolvimiento óptimo. El uso de la tecnología en los tiempos de crisis sanitaria ha obligado que sea esencial, por lo cual es importante considerar las siguientes recomendaciones (Martínez, 2021):

- Cerciorarse si dispone de: Internet, computadora o celular.
- Alianza con los padres para mantener la comunicación y siendo mediadores del proceso.
- Verbalizar las imágenes que se presentan en las clases y recursos digitales.
- Entregar con anticipación el material al estudiante.
- Combinar el uso de los recursos tecnológicos con los físicos.
- Crear y planificar actividades con experiencias de aprendizaje utilizando material concreto y manipulativo.
- Enviar documentos que sean accesibles: idioma, estructura del documento, lista de numeración y viñetas, tablas sencillas, texto de hipervínculo que sea significativo.
- Edición de los textos donde el lector de texto toma en cuenta: espacios en blanco, salto de página.

- Utilizar frase cortas y sencillas.
- Evitar el uso de abreviaturas.
- Se debe asegurar que las imágenes tengan textos alternativos.

El proceso de aprendizaje en niños no videntes es un proceso del cual es necesario el uso de los sentidos para generar emociones y sensaciones que permita experimentar y generar su propio conocimiento. Para el caso de los niños no videntes es preciso que el material didáctico sea adaptado según sus necesidades físicas, es importante considerar las adaptaciones que se deben realizar tanto para el material físico como digital.

## 2.2 Videojuegos

Actualmente la industria de los videojuegos tiene un crecimiento exponencial, debido a las situaciones de crisis sanitaria, según las cifras publicadas en la plataforma web *Games Industry* por Mike Batchelor (2020), los videojuegos han crecido un 20% respecto al año 2019 en todo el mundo, que ha generado 1749 millones de dólares en ventas tanto de software como de hardware.

Para definir videojuego es importante considerar un concepto general de juego que según Rivero (2016) lo define como una acción que se desarrolla dentro de límites con reglas obligatorias y libremente aceptadas, va acompañada de sentimientos de tensión, alegría y de conciencia de “ser de otro modo” que en la vida cotidiana. Según Frasca define a un videojuego como Frasca (2001): cualquier software de entretenimiento que puede ser usado en cualquier plataforma, en la cual puede participar uno o varios jugadores en un entorno físico o de red.

Por lo tanto, se puede definir a un videojuego como una acción que se desarrolla en un entorno virtual, el cual está determinado por un espacio con reglas obligatorias que deben ser aceptadas por todos los participantes, la acción tiene un objetivo por cumplir que siempre va acompañado por varios sentimientos, generando experiencias que permiten el desenvolvimiento en el entorno del juego.

A los videojuegos se los puede clasificar según Sedeño (2010) como:

- Juegos de acción. - Proponen actividades para causar una respuesta precisa, determinada y rápida al jugador.
- Árcade (plataforma, laberintos, aventuras). - el usuario debe superar escenarios para seguir jugando, Imponen un ritmo rápido y requieren tiempos de reacción mínimo.
- Juegos de estrategia. - en ellos se hace hincapié en la necesidad de planificar y establecer ideas para poder avanzar en el juego, con lo que se desarrollan especialmente el pensamiento lógico y la resolución de problemas.

- Juegos de aventura. - es el elemento fundamental del juego, que incorpora una alta interactividad y la necesidad de tomar decisiones de forma constante, dependiendo del entorno virtual cambiante y la historia narrativa que se desarrolla en esta.
- Juegos deportivos, centrado en modo multijugador, se negocia con ellos y se gestionan los equipos en diferentes ligas. Requiere de habilidades de compañerismo, rapidez y precisión.
- Juegos de simulación. - Exigen estrategias complejas, caso semejante a la realidad, también aportan conocimientos específicos, según el entorno virtual.
- Juegos de rol. - desarrollan el cálculo mental, el vocabulario y estimulan la creatividad, además de ciertas actitudes o valores de socialización como la empatía, la tolerancia, la conciencia y la responsabilidad, unidos al trabajo en equipo.

### 2.2.1 *Habilidades desarrolladas por videojuegos*

Las habilidades que se desarrollan intuitivamente que propone López (2016) al jugar son dependiendo del tipo de juego y su estructura al resolver distintos desafíos como: acertijos, preguntas, laberintos, sobrevivir (huir de un enemigo), historia (descubrir el mundo del juego). El desarrollo de estas puede ser según el nivel de atención que el jugador asigna al videojuego, estos son:

- Tomar la iniciativa para ser más participativo, sin temor a fracasar.
- Permite el fortalecimiento de la colaboración con otros jugadores en algunos casos, esto depende del modo y el entorno del juego.
- Cuando el videojuego dispone de distintas formas o modos para resolver retos, el jugador desarrolla su creatividad.
- Al disponer de un tiempo límite, cierta cantidad de oportunidades o métodos que obligan al jugador resolver retos rápidamente, este incrementa su competencia intelectual.
- Permiten al jugador reconocer emociones, percibe eventos en el entorno virtual constantemente y con ello sus emociones varían según las mecánicas del videojuego.

Actualmente el uso de los videojuegos es notorio en la sociedad por lo tanto su orientación no es únicamente el entretenimiento, su uso se ha ampliado tanto para la educación como para el entrenamiento de habilidades competitivas.

### 2.2.2 *Videojuegos y educación*

Los videojuegos son herramientas potenciales para que los educadores y estudiantes dispongan de nuevas formas de percibir conocimiento. Se presenta mediante un ambiente controlado o simulado que permite desarrollar destrezas, habilidades, estrategias y relaciones interpersonales

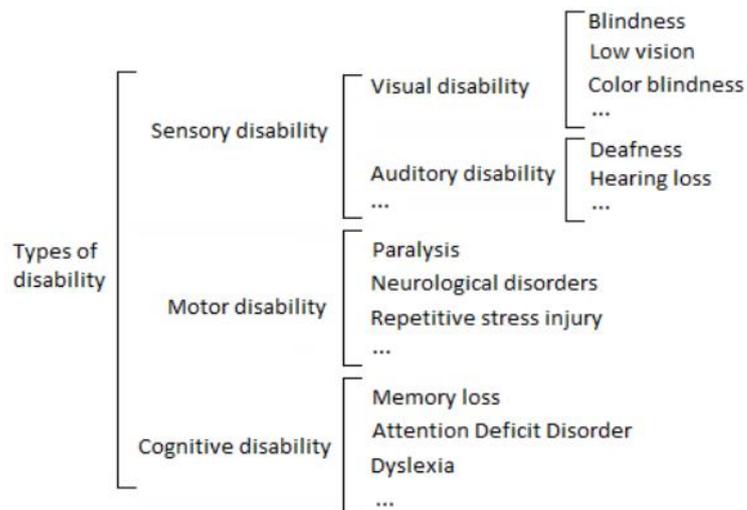
en cada jugador o entre jugadores. El uso de la tecnología por parte de las personas es constante e indispensable en su mayoría, y forma parte del desarrollo para sus actividades cotidianas, como consecuente la educación no puede ser excluida (González y Rodríguez, 2002).

El objetivo de crear videojuegos educativos o *serious games* (SG) para López (2016), es desarrollar entornos de aprendizaje que permitan experimentar problemas reales, los usuarios pueden enfrentarse a la resolución de problemas que les permita practicar y explorar múltiples soluciones evitando el miedo o temor a fallar, por ser un ambiente simulado que puede repetir el proceso hasta culminar la actividad con éxito.

Los SG están pensados para que los videojuegos no sean únicamente de diversión, sino que abarquen procesos educativos que pueden ser de diversos tipos, como el refuerzo de habilidades cognitivas de modo que el estudiante debe concentrar su atención al entorno del juego y la creatividad que se puede aplicar según la situación simulada. Mediante los *serious games* se puede enseñar historia, economía, cultura, fenómenos físicos, química, biología, matemática, en general todo tipo de conocimiento. Esto permite al estudiante aprender o percibir nuevos conocimientos de distintas formas (Widitiarsa y Jakarta, 2018).

### ***2.2.3 Importancia de la accesibilidad a videojuegos***

El software enfocado al entretenimiento virtual es considerado como uno de los medios más populares hoy en día, las grandes industrias desarrollan este tipo de tecnologías continuamente como: Nintendo, Sega, Capcon, PlayStation, Bandai Namco, Blizzard Entertainment, Microsoft, Activision, entre otros. No obstante, el producto final está dirigido en su mayoría a usuarios o jugadores que no presentan ninguna discapacidad. El sentido predominante para el uso de los videojuegos es la vista, seguidamente del audio y el tacto. En el caso de que un videojuego sea poco accesible excluye a muchos usuarios con distintas discapacidades. Aguado y Delgado (2020) proponen que los tipos de discapacidades se pueden clasificar de la siguiente forma:



**Figura 1-2** Taxonomía de discapacidades para el contexto de los videojuegos

**Fuente:** Aguado-Delgado et al., 2020

La limitación de la accesibilidad afecta a distintos usuarios, por ejemplo los jugadores con problemas auditivos no perciben el audio; las personas con problemas visuales no captan el entorno visual o no pueden distinguir los colores y formas correctamente; los jugadores con diversidad funcional cognitiva pueden experimentar dificultades para resolver la problemática del juego de manera que la velocidad de respuesta es rápida o la dificultad es elevada y no se integra un sistema adecuado de dificultad, al igual que los jugadores con discapacidad física, que deben interactuar con dispositivos hardware (teclado, mando, ratón, entre otros) para interactuar con el videojuego (Aguado-Delgado et al., 2020).

Los jugadores con diversidad funcional motora pueden utilizar dispositivos de tecnología adaptativa, que les permita complementar el proceso de recopilación de acciones para el videojuego, tal como el uso de un ratón facial o de un mando adaptado. Los jugadores con discapacidad visual son quienes se enfrentan a más barreras de accesibilidad, dado que no pueden recibir los estímulos visuales del juego y al no existir un entorno de audio envolvente o sonidos en 3D, no pueden percibir la espacialidad del juego, causando desinterés en continuar usando el software (Agudo et al., 2012).

#### 2.2.4 ***Recursos para acceder a videojuegos educativos accesibles***

En la actualidad, el uso de la tecnológica para la educación es crucial en el proceso de aprendizaje y los dos últimos años con más fuerza por la situación de crisis sanitaria que el mundo se enfrenta, es la mejor aliada para integrar de manera más amplia métodos para que el estudiante capte la información. Una forma para integrar el juego y el aprendizaje mediante la tecnología son los

videojuegos que, mediante dispositivos móviles, computadora, tablets, gafas de realidad virtual u otros aparatos pueden descubrir nuevas habilidades, destrezas y conocimientos (López, 2016).

Los videojuegos dirigidos a un grupo de estudiantes que sean accesibles son más complejos y difíciles de encontrar debido a que es necesario integrar tecnologías con la finalidad de adaptarse a las necesidades de cada usuario. Un claro ejemplo son los videojuegos que integran dispositivos para recrear el sentido del tacto, se le conoce como *haptic glove*, denominado como un dispositivo electrónico que se usa en las manos, incorporan sensores que simulan el sentido del tacto. Esta tecnología se centra a entornos con realidad virtual (RV) y el uso de los visores de RV permiten recrear un ambiente virtual realista, acompañado de dispositivos que permiten la salida de audio como audífonos y parlantes (Perret y Poorten, 2018).

Para los usuarios no videntes las tecnologías optimas a interactuar son los dispositivos con audios 3D o sonido envolvente, el cual trata de describir un entorno que sea fácil de reconocer o relacionar para el no vidente. Es así como el software es adaptable para los usuarios, al poseer un sentido del audio y tacto desarrollado, este permite integrar software que describa o simule estos sentidos al interactuar en un mundo virtual. Sin embargo, los costos para la adquisición de este tipo de tecnología son altos y presenta dificultad de adquisición, en países no tan desarrollados en tecnología.

#### 2.2.5 *Audiojuego*

Los audiojuegos de acuerdo con Bermejo (2016) son una subcategoría de los videojuegos que se centran especialmente en personas con discapacidad visual. Las interfaces visuales pueden estar adaptadas para personas con un grado de visión baja o pueden carecer de interfaces. Integran elementos auditivos que cubren la deficiencia de la visión como audio en 3 dimensiones que permite identificar el origen del sonido y estimar a que distancia se encuentra. Como resultado la persona puede desarrollar habilidades de orientación y movilidad, logrando un constante estado de alerta que le permita saber que sucede en un entorno real.

Este tipo de software permite evaluar el nivel de habilidades espaciales, monitorear el aprendizaje de los usuarios e investigar mecanismos cerebrales relacionados con el procesamiento sensorial en ausencia de la visión. Por lo tanto, se debe considerar la recreación de un entorno virtual que simula un ambiente real con la ayuda del audio 3D, que produzca efectos sonoros semejantes a la realidad. Las entradas de las acciones (mover a la izquierda, derecha o salto, entre otros) se las aplica mediante dispositivos hardware, como un teclado de computador, *Kinect* o mando de consola y cámaras que perciben movimientos reales del jugador (Bermejo et al., 2016).

La construcción de un videojuego accesible abarca una estructura generalizada que no varía según el tipo de juego sino de sus mecánicas, finalmente se debe integrar un ambiente jugable que produzca mayor interés en el jugador evitando el aburrimiento. Cada ítem que se describe a continuación está centrado en elevar la calidad tomando en cuenta que los efectos (sonoro, visual, sensoriales, entre otros) añadidos al juego ayudan a recrear un entorno creíble, las mecánicas que debe integrar un audiojuego deben tomar los siguientes parámetros (González y Rodríguez, 2002):

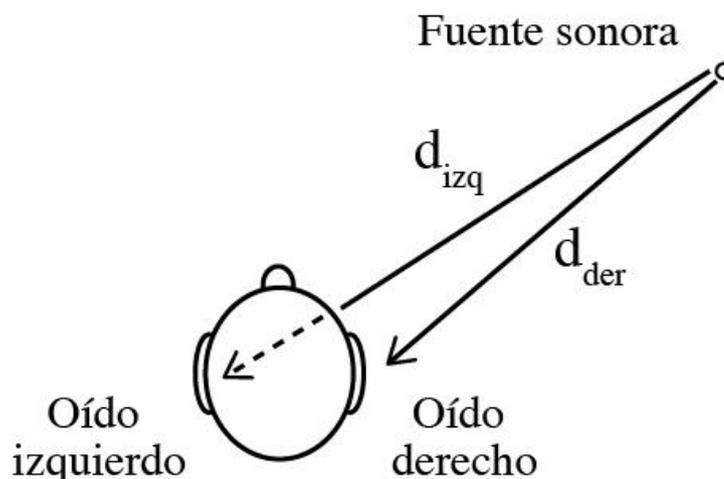
- Reglas: representan los límites de la experiencia ficticia, la definición de lo que puede, o no, hacer en el jugador, marcando objetivos que se deben cumplir bajo condiciones determinadas en cada fase del juego.
- Metas y objetivos: los objetivos deben descubrir los alcances de un juego, el cual requiere de una labor mental mientras se desarrolla en el juego y las metas se presentan de diferentes formas y se recompensa mediante algún incentivo (puntuación extra, logros, incremento de vidas en el juego, entre otros).
- Narrativa: los videojuegos tienen una orientación narrativa de una forma u otra, en la cual se basa de un rol ficticio y la interacción a través del juego que hace emerger el significado de un videojuego.
- Fantasía: es una característica clave para proporcionar motivación y mayor emoción al juego, en el cual los jugadores están inmersos en mundos irreales o integran sucesos reales, acompañado de eventos ficticios (juegos recorriendo el espacio y descubriendo mundos).

Los elementos antes mencionados son aplicables para videojuegos que sean o no accesibles, la diferencia de uno con otro radica en la implementación de tecnologías como el uso del audio como principal salida del juego. También se pueden integrar otro tipo de tecnología que permita percibir de mejor forma el entorno y un claro ejemplo es el uso de hardware que simule el sentido del tacto, conocido como guantes hápticos. Mientras más tecnología se integren a los audiojuegos mejor se puede simular la realidad (Aguado-Delgado et al., 2020).

#### 2.2.5.1 *Audio 3D*

Es un estilo de sonido también conocido como sonido envolvente o sonido holofónico, esta técnica fue desarrollada por Hugo Zuccarelli en los años 80, el cual se centra en recrear sonidos que provienen de varios puntos o direcciones que recrean el sonido como una persona lo percibe, tomando en cuenta la sensación y la dirección del sonido, comprendiendo como el tímpano puede identificar el sonido en 360° grados. Esta tecnología no entro en apogeo hasta cuando surgen la tecnología centrada en la realidad virtual (RV) y en efectos de sonido que componen los videojuegos para describir efectos realistas al jugador (Guanga, 2013).

Para recrear el sonido en tres dimensiones Guanga (2013) explica que se debe tomar en cuenta como el ser humano puede distinguir la frecuencia de cada sonido que percibe al escuchar, así el cerebro puede identificar de que dirección y profundidad proviene. Hugo Zuccarelli implemento una cabeza binaural, donde cada auricular está integrado en cada extremo, así el sonido percibido en el primer extremo será captado rápidamente, mientras que el otro extremo tardará en llegar. Para construir el audio en 3D, se une las 2 pistas en una multipista, así generando un sonido binaural.



**Figura 2-2.** Direccionalidad de un sonido ubicado a la derecha del individuo.

**Fuente:** Jonathan Calvache, 2019

Integrando el sonido 3D a videojuegos permite crear entornos casi reales para los jugadores despertando el interés por seguir usando el software y a su vez permite desarrollar habilidades de percepción auditiva. Tal es el caso de recrear audio de objetos como animales, choque entre objetos y sonidos ambientales de la vida cotidiana que sean percibido en 360° grados, cambiando la intensidad y frecuencia del sonido, según la posición y variación del sonido. Este tipo de audio trabaja con formato WAV (Waveform Audio Format) y FLAC (Codec de Audio Libre Sin Pérdidas) (Guanga, 2013).

Los entornos sonoros son sonidos que describen un ambiente, esto puede representar un efecto ambiental de fondo, una ejemplificación es el sonido del viento, la lluvia, truenos o alguna variación climática en específico, como también gente hablando, ruido de animales o ruidos comunes en un entorno real. Bermejo (Bermejo et al., 2016), define 2 tipos de entornos sonoros conocidos como: entorno natural, que describen efectos ambientales climáticos y entorno social, centrado en sonidos producto de eventos al socializar (conversaciones, choques, aplausos, murmullo, etc.) con objetos en el juego. Otro punto esencial es la historia que debe contener el

audiojuego y como este integra efectos auditivos, según la narrativa y situación del jugador en el mundo virtual.

## 2.3 Software

Pressman (2015), define como un conjunto de instrucciones informáticas descritas en funciones, reglas o procesos, que son ejecutadas en el hardware (CPU), permitiendo manipular información con gran capacidad y velocidad. Para su construcción, se debe aplicar metodologías de desarrollo de software, el cual permite definir un ciclo de vida, como también estructurar el equipo de desarrollo. Al aplicar de forma correcta este proceso, se obtiene como resultado un producto final de calidad que cumpla con las necesidades del cliente, como la solución del problema planteado.

### 2.3.1 *Desarrollo de software*

Es la construcción de software aplicando metodologías, herramientas de documentación y estructuración de un equipo de desarrollo, que permite obtener como resultado un producto software de alta calidad, eficiente y mantenible, cumpliendo con las especificaciones de los requerimientos, resolviendo así el problema identificado para su construcción. Cada proceso para desarrollar software define 2 grandes metodologías, la metodología ágil y la metodología tradicional. Cada una define un ciclo de vida para el desarrollo de software que puede variar dependiendo de la perspectiva del problema a resolver, el tamaño del equipo y el tiempo de duración para la construcción del software (Pressman y Maxim, 2015).

Centrados en la metodología ágil, esta permite una construcción de software colaborativa, que interactúe constantemente con el cliente o empresa que requiere el software a construir, también establece la entrega de software funcional con documentación no tan extensa. Esto permite al equipo mayor interacción entre ellos, para así dar respuestas a cambios constantes en el proceso de desarrollo, de igual manera integra una planificación de las actividades no tan rigurosa, cuando se presentan cambios. Este tipo de metodología está centrada para proyectos de software que no requieren de un número grande de integrantes del equipo desarrollo (Cockburn et al., 2014).

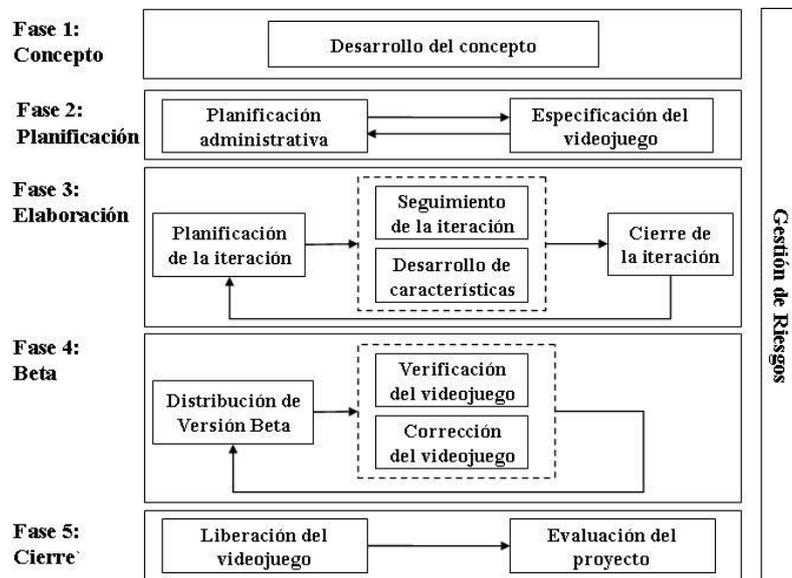
#### 2.3.1.1 *Metodología SUM*

Se centra en el desarrollo de videojuegos que integra una estructura y roles basado en SCRUM, como una metodología ágil, maneja iteraciones que permiten controlar las actividades de los miembros de desarrollo. Igualmente admite la colaboración constante del cliente con el equipo de desarrolladores y al mismo tiempo promueve una mejora continua con tiempos óptimos. Por otra parte, el alcance está enfocado para desarrollar proyectos pequeños, con un equipo entre 2 a 7 integrantes y multidisciplinarios. Presenta 5 fases para el desarrollo del videojuego, estos son:

concepto, planificación, elaboración, beta y cierre. Del mismo modo integra gestión de riesgo que está presente en las 5 fases de desarrollo (de Lope et al., 2015).

La característica principal de SUM es que permite integrar pruebas alfa y beta, las cuales están centradas para verificar y corregir los errores generados en cada iteración, esto permite manejar versiones constantes del videojuego con sus correcciones. Las pruebas beta se las designa a usuarios que tienen conocimiento o experiencia en videojuegos, permitiendo así verificar todas las funcionalidades del videojuego y para posteriormente lanzar el software a los usuarios finales (de Lope et al., 2015).

### 2.3.1.2 Fases de desarrollo



**Figura 3-2.** Ciclo de vida de la metodología SUM.

Fuente: Acerenza et al., 2009

La metodología SUM presenta 5 fases para la construcción de un videojuego que permite integrar calidad a tiempos óptimos de desarrollo, están designadas cronológicamente según un proceso para desarrollar software, cada fase es crucial en caso de no cumplirlo adecuadamente, la calidad del software será afectado al punto de presentar demora en la entrega del producto final. Las fases de desarrollo que establece SUM son:

- Fase de concepto. – Centrado en establecer los conceptos del juego, según los requisitos que los usuarios o el campo que se vaya a aplicar.
- Fase de planificación. – Definir las etapas donde se ejecutarán cada tarea, esto permite planificar cada iteración del equipo de desarrollo con el cliente.

- Fase de elaboración. – Ejecutar la planificación y operaciones que se designaron, el lugar de desarrollo, se da seguimiento y se cierra la iteración, el cual es asignado por cada caso de uso o requisito funcional descrito.
- Fase beta. – Definir y ejecutar las pruebas o casos de pruebas que se definan para eliminar los errores que se identifiquen y se evalúe en distintos entornos, integrando a beta testers o probador beta.
- Fase de cierre. – Es la fase final para desplegar el videojuego y que los clientes o los usuarios finales ya lo puedan jugar. Esto permitirá evaluar el videojuego, para establecer resultados.

### 2.3.1.3 Roles

Para desarrollar un videojuego, SUM dispone de roles que estén asignados a una tarea específica, así cada uno responda a sus actividades en cada iteración permitiendo su respectiva planificación y concluir en tiempos óptimos. Estos son (de Lope et al., 2015):

- Cliente. – Son las personas que colaboran para el desarrollo del software, estos disponen materiales o recursos económicos. Estos definen los requisitos del videojuego.
- Productor interno. – Interactúa directamente con el cliente, comúnmente es conocido como el que gestiona el proyecto.
- Equipo de desarrollo. – Son los que están encargados en construir el videojuego, esto incluye al programador, diseñador del juego, artista sonoro y artista gráfico.
- Verificador beta. – Son usuarios finales, seleccionados aleatoriamente para ejecutar las pruebas, estos interactúan en la fase beta.

## 2.4 Calidad de software

Según Pressman (2012) asocia la calidad de software como correcto cumplimiento de la aplicación de una metodología de desarrollo, el cual debe estar correctamente definido, cuando se inicia el proyecto. Por su parte, el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (1990) se centra en ejecutar y desarrollar los requisitos funcionales y no funcionales, descritos por el cliente, denotando que los requisitos del sistema informático satisfagan al cliente (Cuervo et al., 2017).

### 2.4.1 Usabilidad

Actualmente los sistemas son parte de las actividades cotidianas de las personas, se han convertido en facilitadores de la vida y es utilizado por una variedad de usuarios con características y necesidades diferentes. Es por ello por lo que la usabilidad se convierte en una característica importante en los sistemas.

Hassan (2015) define que la usabilidad es la disciplina que estudia la forma de diseñar Sitios Web para que los usuarios puedan interactuar con ellos de la forma más fácil, cómoda e intuitiva posible, por otro lado, Yates (2002) menciona que un sistema informático es usable cuando el usuario al interactúa y no tiene dificultades al implementarlo o que el tiempo para aprender las funcionalidades son óptimas. La Norma ISO/IEC 25010 (2014) define como la capacidad de un producto software para ser entendido, aprendido, usado y resulta atractivo para el usuario final, al ser expuesta a determinadas condiciones de uso. Esta se subdivide a su vez en diferentes subcaracterísticas que son:

- Capacidad para reconocer su adecuación. Capacidad del producto que permite al usuario entender si el software es adecuado para sus necesidades.
- Capacidad de aprendizaje. Capacidad del producto que permite al usuario aprender su aplicación.
- Capacidad para ser usado. Capacidad del producto que permite al usuario operarlo y controlarlo con facilidad.
- Protección contra errores de usuario. Capacidad del sistema para proteger a los usuarios de hacer errores.
- Estética de la interfaz de usuario. Capacidad de la interfaz de usuario de agradar y satisfacer la interacción con el usuario.
- Accesibilidad. Capacidad del producto que permite que sea utilizado por usuarios con determinadas características y discapacidad

#### 2.4.2 *Capacidad de aprendizaje*

Es una subcaracterística de la usabilidad que se centra en la facilidad que un usuario presenta en aprender a usar el software de forma correcta, tanto para usuarios más experimentados como novatos en el uso de las TICS. Esto permite definir el tiempo que un usuario promedio puede realizar funcionalidades básicas en un software, obteniendo así menos capacidad de esfuerzo para su uso. Esto dependerá ciertamente del tipo de usuario final, al presentar algún tipo de discapacidad física o mental, este concepto debe adaptarse para cubrir la deficiencia descrita por la Norma (ISO/IEC 25010, 2014).

## 2.5 Herramientas tecnológicas

### 2.5.1 *Unity*

Es una herramienta de desarrollo de videojuegos creada por la empresa Unity Technologies, es utilizado también para crear experiencias de Realidad Virtual interactivas, engloba motores para el renderizado de imágenes de física de 2D/3D, de audio, de animaciones y otros componentes, además las herramientas de *networking* para multijugador, herramientas de navegación *NavMesh* para inteligencia artificial o soporte de realidad virtual (Unity Technologies, 2017).

### 2.5.2 *Lenguaje de programación C#*

Es un lenguaje de programación de alto nivel que pertenece al paquete .NET (otros lenguajes son Visual Basic, C/C++.) C# es una evolución de C++. Con el que se puede escribir tanto programas convencionales como para Internet. Las aplicaciones podrán mostrar una interfaz gráfica al usuario, o bien una interfaz de texto, como hacen las denominadas aplicaciones de consola (Sierra, 2011).

### 2.5.3 *MySQL*

Es un sistema de gestión de base de datos relacionales bajo licencia publica comercial, por la compañía Oracle. Está hecho por los desarrolladores originales de MySQLAB, desarrollado en el lenguaje de programación C y C++. Es parte de la mayoría de las ofertas en la nube y es el predeterminado en la mayoría de las distribuciones de Linux, tambien soporta el lenguaje SQL de dominio para la gestión de datos de tipo relacional.

### 2.5.4 *Ambeo*

Es un complemento de panoramización Binaural gratuito de Sennheiser, diseñado para facilitar la mezcla de contenido Binaural inmersivo. Al emparejar el Neumann KU100, con el complemento AMBEO Orbit recientemente lanzado, obtiene total flexibilidad y control sobre su grabación binaural. Ahora puede colocar de manera efectiva fuentes mono o estéreo adicionales en el campo de sonido 3D, sin un impacto negativo en la calidad del sonido (Sennheiser, 2016).

### 2.5.5 *Blender*

Es un software multiplataforma de código abierto, centrado en la construcción de modelado 3D, animación, simulación, renderizado y seguimiento de objetos. Blender se fundó en 2002 donde libera un software de código abierto, brindando canales de creación 3D gratuitos para equipos de proyectos pequeños, independientes y mediano tamaño. El uso de esta herramienta tecnológicas

permitirá el desarrollo del audiojuego con características que recrear o simular la historia (Blender, 2020).

## 2.6 Trabajos relacionados

El interés por desarrollar audiojuegos y herramientas tecnológicas que permitan ser accesibles para personas con alguna discapacidad visual ha llamado la atención en la industria de los videojuegos. Existe el foro [audiogames.net](http://audiogames.net) que permite encontrar audiojuegos de diferente índole, los cuales se describen a continuación.

### 2.6.1 *Feelifs mundo*

Feelif's world es un juego multisensorial único en su tipo para personas ciegas, con discapacidad visual y videntes, los jugadores se mueven a través de diferentes planetas, encuentran el camino correcto y evitan obstáculos. Presta atención a las vibraciones y las instrucciones de audio mientras te mueves por diferentes planetas. Explora el juego, escucha, recolecta monedas y gana un premio increíble al final. En los niveles superiores del juego obtendrás competencias que te prepararán para reconocer imágenes y formas en pantallas táctiles. Nuestros dispositivos ayudan a las personas ciegas y con discapacidad visual a navegar por Internet de forma independiente con la ayuda de la inteligencia artificial, permiten la sensación táctil de las fotos, apoyan el aprendizaje y estimulan la creatividad (Feelif, 2018).

### 2.6.2 *The rocky planets*

Este programa es un modelo del sistema solar. Tiene salida de audio, música y gráficos de baja visión, incluye una descripción de audio del modelo de trabajo. El programa tiene soporte de lector de pantalla, con detección automática de un lector de pantalla activo. El modelo es científicamente preciso, ya que los tamaños, las velocidades de los planetas y la distancia de las órbitas se escalan con precisión en relación con la Tierra. Hay una función de alejamiento y aceleración, un trazador de órbita para rastrear el movimiento de cada planeta. El programa incluye mucha información sobre geología, atmósfera, temperaturas, lunas, mitos y leyendas de cada planeta. La música es la suite Planet de Holst. El programa viene con un auto instalador y las instrucciones completas están disponibles dentro del programa (Rocky's Game, 2018).

### 2.6.3 *Talking toolbox para window*

Talking Toolbox para Windows, una excelente colección de herramientas poderosas y fáciles de usar que usará todos los días. Una vez que tenga Talking Toolbox en su computadora, disfrutará usando un cliente de correo electrónico parlante (conocido como Oficina de Correos), un calendario para ayudarlo a planificar su semana, mes y año, un procesador de texto repleto de

funciones, un marcador telefónico, una calculadora para hacer que el balance de los libros sea pan comido, un reproductor de CD completamente funcional y un divertido reloj despertador para garantizar que siempre termine todo a tiempo. Naturalmente, todas estas herramientas se expresan por sí mismas con su propia voz incorporada, lo que hace que este paquete sea imprescindible si eres fanático de hacer el trabajo en un instante (MarvelSoft Enterprise, 2017.).

#### **2.6.4 *Audiojuegos para el desarrollo de habilidades auditivas***

Es un trabajo investigativo centrado en la creación de un audiojuego en modo multijugador, donde incorpora no solo a personas no videntes, permite integrar la competitividad entre jugadores con discapacidad y jugadores normales. Presenta como mecánica el juego de las atrapadas, donde la persona que se esconde debe cavar un túnel para alejarse del que atrapa. Identifica los movimientos de los brazos y su posición para generar los túneles, este jugador es interpretado por una persona vidente, la persona no vidente tiene el rol de encontrarlo, donde dispone de ruidos del túnel y del ambiente en el que se encuentra. Concluyeron que se desarrolló un videojuego competitivo que iguala las habilidades entre una persona vidente y no vidente (Grabski et al., 2016).

## CAPÍTULO III

### 3 MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Tipo de estudio

El presente trabajo de integración curricular es de tipo aplicativo, para integrar un audiojuego denominado “Expo-camino”, centrado en el aprendizaje narrativo de historias del Ecuador, dirigido a los niños entre 8 a 10 años, pertenecientes a la Asociación de Invidentes “Milton Vedado”, para incentivar así el desarrollo y mejorar la calidad de vida, como el refuerzo de conocimientos académicos adquiridos durante su educación (Biblioteca et al., 2021).

#### 3.2 Metodología aplicada

Para el desarrollo del audiojuego centrado en niños no videntes, se aplicó la metodología de investigación, la variable que se seleccionó para obtener resultados óptimos es de usabilidad enfocada en la capacidad de aprendizaje, junto con los objetivos específicos identificados y descritos en el presente trabajo de integración curricular, estos se definen como:

Metodología Aplicativa. - Está centrada en abordar problemas específicos, en relación con el tema de trabajo de integración curricular propuesto, abarca la problemática de los niños no videntes de 8 a 10 años, los cuales presentan dificultades para utilizar herramientas tecnológicas en el proceso de aprendizaje de temas relacionadas a las ciencias sociales y el desarrollo de la lógica matemática. La estrategia que se tomó en el problema planteado es identificar la dificultad que presentan los usuarios para usar las herramientas tecnológicas debido a que no aporta un apoyo adecuado en el aprendizaje escolar de los niños no videntes en temáticas anteriormente mencionadas.

**Tabla 1-3: Métodos y técnicas**

OBJETIVOS	MÉTODOS	TÉCNICAS	FUENTES
Analizar el proceso de aprendizaje de niños no videntes y las herramientas tecnológicas en la Asociación de invidentes "Milton Vedado".	Inductivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entrevista.</li> <li>Revisión de documentos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lic. Vladimir Ganchala, docente de asociación de invidentes "Milton Vedado",</li> <li>Revistas.</li> <li>Artículos científicos.</li> <li>Libros.</li> <li>Videos académicos.</li> </ul>
Desarrollar un audiojuego para niños no videntes entre 8 a 10 años utilizando la metodología SUM y las herramientas UNITY, AMBEO Y BLENDER que permita reforzar el aprendizaje.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis.</li> <li>Metodología SUM.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisión de documentos.</li> <li>Lluvia de ideas.</li> <li>Diagramas UML.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Libros.</li> <li>Artículos científicos.</li> <li>Datos recopilados de arquitecturas de iglesias de Quito.</li> <li>Docente de la asociación.</li> </ul>
Evaluar la capacidad de aprendizaje dentro de la métrica de usabilidad del audiojuego mediante la norma ISO/EIC 25010.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inductivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Encuesta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Niños no videntes de la Asociación Invidentes "Milton Vedado"</li> <li>Documentos relacionados a la ISO/EIC 25010.</li> <li>Docente de la asociación.</li> </ul>

Realizado por: Andino A.; Barahona J., 2021

### 3.2.1 *Método para analizar el proceso de aprendizaje*

En el presenta trabajo de integración curricular se aplicó el método inductivo que permitió analizar el proceso de aprendizaje narrativo para niños no videntes, a su vez, se pudo identificar las herramientas tecnológicas usables en la Asociación de Invidentes "Milton Vedado". Este enfoque da paso a construir una base teórica, para poder desarrollar un software centrado en este tipo de población.

La técnica aplicada es la entrevista de tipo semi-directiva, según Antonio et al. (2012), la interacción con el entrevistado focaliza temas específicos, las preguntas tratan del aprendizaje de los niños no videntes y como usan la tecnología en la educación. Con un total de 11 preguntas descritas en el **ANEXO A**, se aplicó al Lic. Vladimir Ganchala para la recopilación de la información cualitativa de softwares usables y el proceso de aprendizaje de los niños pertenecientes a la Asociación de Invidentes "Milton Vedado".

La revisión de documentos con la finalidad de recopilar información necesaria para definir el objeto de estudio, la metodología utilizada se basa según lo descrito por Arnau Sabatés y Sala Roca (2020), que describe cinco procesos, los cuales son: diseñar el enfoque de búsqueda, identificar y seleccionar la literatura relevante, almacenar y registrar las búsquedas seleccionadas, modelar y organizar las referencias y por último analizar e interpretar los artículos seleccionados.

Los parámetros para la búsqueda fue el año de publicación entre los años 2015 y 2021, palabras relevantes de los objetivos del presente trabajo de integración curricular como: SUM, audiojuego, audio 3D, aprendizaje narrativo, mundos virtuales para aprender, tecnologías para personas no videntes, entre otros. En su mayoría se han publicado como investigaciones científicas. Para validar el portal de divulgación se tomó en cuenta Springer, Google académico, Elsevier, repositorios universitarios, IEEE explore, Researchgate, páginas web de universidades y revistas científicas. Conjuntamente para la gestión bibliográfica se manejó el gestor Mendeley, permitiendo así una documentación válida.

### 3.2.2 Metodología para evaluar la usabilidad

Para determinar la capacidad de aprendizaje perteneciente a las subcaracterísticas de la usabilidad del audiojuego “Expo-camino”, se aplicó la encuesta Inventario de Medición de la Usabilidad del Software (SUMI) a los niños no videntes. Considerando que los encuestados tienen problemas de visión, el proceso de aplicación de las encuestas se realizó de forma presencial, en cada uno de sus respectivos domicilios.

**Tabla 2-3:** Indicadores de medición para la usabilidad

Variable	Indicador
Usabilidad	Capacidad de aprendizaje

Fuente: ISO/IEC 25010, 2014

Realizado por: Andino A.; Barahona J., 2021

#### - Usabilidad centrada en la capacidad de aprendizaje

Para evaluar la capacidad de aprendizaje, primero se realizó las encuestas estandarizadas descritas por Assila et al. (2016) y se seleccionó SUMI desarrollado por el Dr. Jurek Kirakowski en el año 1990, enfocado en mejorar la calidad del software, según el criterio recopilado por los usuarios finales permitiendo así identificar la experiencia de usuario de un software, de esta manera este es apto para su despliegue (Kirakowski, 1999).

Para medir el indicador centrado en el presente proyecto de integración curricular se tomó como referencia el cuestionario SUMI el cual consta de 50 ítems para medir la usabilidad del software,

los cuales contemplan 5 parámetros que son: capacidad de aprendizaje, eficiencia, afecto, utilidad y control (Kirakowski, 1999). SUMI al considerar la capacidad de aprendizaje en las preguntas: Q5, Q10, Q15, Q20, Q25, Q30, Q35, Q40, Q45 y Q50 se consideró como referencia y se acoplo con términos de fácil comprensión para los niños no videntes **ANEXO B**, para medir la capacidad de aprendizaje del audiojuego “Expo-Camino“ (Vargas Sierra, 2019).

#### **- Población y muestra para medir la usabilidad**

Para la recopilación de datos por medio de la encuesta disponible en el **ANEXO B**, se determinó la población central en la Asociación de Invidentes Milton Vedado, debido a que la Institución integra únicamente a usuarios con discapacidad visual, se determinó un total de 6 niños, cuya edad varia de 8 a 10 años. Todos los estudiantes pertenecientes a la asociación en la actualidad reciben sus clases de forma virtual a causa de la pandemia del Covid-19, en su mayoría tienen un nivel de visión nula, seguidamente de un nivel parcial. Su interacción con el audiojuego “Expo-camino” permitirá cumplir con los objetivos del presente trabajo de integración curricular.

### **3.3 Metodología de desarrollo SUM**

Para la construcción del audiojuego “Expo-camino” se empleó la metodología SUM, enfocada en el desarrollo de videojuegos, permite adquirir un producto final en tiempo adecuado, cumpliendo con los requisitos definidos por el cliente, al ser metodología ágil permite una interacción constante con el cliente y definir un equipo de desarrollo pequeño y adecuado.

#### **3.3.1 *Concepto***

##### **- Definición de requisitos**

Centrado en la recopilación de los aspectos del audiojuego, como contribuir con ideas para construir la historia y las mecánicas a adoptar, se recopiló los requisitos del sistema por medio de la entrevista al Lic. Vladimir Ganchala. Enfocado en audiojuegos tipo *indie game*, se logró recopilar los siguientes requisitos:

**Tabla 3-3:** Requisitos generales del sistema

ID	Descripción
RF01	EL audiojuego debe permitir registrar el nombre del jugador para mostrar en la tabla de puntuaciones.
RF02	El audiojuego dispondrá un tutorial previo a iniciar para el reconocimiento de controles.
RF03	El audiojuego permitirá comandos de voz como parte de su interacción
RF04	El audiojuego presentara audio en 2d y 3d.
RF05	El audiojuego dispondrá de mecánicas que incrementen la dificultad según el nivel.
RF06	El audiojuego tendrá un menú de inicio narrativo.
RF07	El audiojuego presentará desaffos matemáticos.
RF08	El audiojuego se desarrollará a partir de historias del centro histórico de Quito.
RF09	El audiojuego presentara misiones secundarias que bonifiquen la puntuación.

Realizado por: Andino A.; Barahona J., 2021

Es importante considerar el concepto del juego en el cual debe cumplir con 3 tareas que son: aspectos de negocio, elementos del juego y técnicas. El concepto se forma a partir de ideas para la futura construcción del audiojuego, las cuales se definen en la **Tabla 4-3**.

**Tabla 4-3:** Ficha del audiojuego

FICHA DE DISEÑO DEL AUDIOJUEGO	
CAMPO	DESCRIPCIÓN
NOMBRE DEL AUDIOJUEGO	EXPO-CAMINO
ESTUDIO/DISEÑADORES	Alex Andino, Ivonne Barahona
GÉNERO	Aventura
PLATAFORMA	PC
VERSIÓN	1.0
SINOPSIS DE USABILIDAD Y CONTENIDO	El jugador viaja al pasado y se encuentra en las calles de la ciudad de Quito y debe recorrer las calles su destino principal son diferentes iglesias para completar desafíos. En las calles e iglesias se encuentran diferentes desafíos que deberá completar para conseguir llaves, para poder llegar al jefe final y retornar al presente. Los desafíos son operaciones matemáticas que le permiten desarrollar la lógica matemática, en cada iglesia se narra una parte de su historia.
LICENCIA	Juego original
MÉCANICA	El jugador debe completar desafíos de lógica matemática para conocer, ayudar en la trama de la historia y completar el desafío, si se equivoca debe volver a resolver el problema planteado hasta agotar sus intentos y reiniciar el nivel en el que se encuentra.
TECNOLOGÍA	Unity
PÚBLICO	Niños no videntes, grado de visión baja o invidentes de 8 a 10 años

Realizado por: Andino A.; Barahona J., 2021

### - Aspectos generales

Se define los aspectos generales del audiojuego, según los requisitos identificados, estos se caracterizan por abarcar el género, el gameplay, la historia, ambientación, entre otros. Según el género definido, el audiojuego es de tipo aventura, el cual está centrada en la recreación de una historia o hechos pasados en un mundo virtual, el personaje principal debe resolver acertijos, pruebas o eventos, según la interacción con cada componente del videojuego. Esto permite concluir el juego con una escena final, permitiendo así practicar habilidades lógicas (Hernández et al., 2015).

El *gameplay* está diseñado con mecánicas que permitan al jugador dedicarle concentración, se integró un sistema de compensaciones de tipo puntuación por cada nivel aprobado, según los intentos en cada nivel. También, una tabla de clasificación final, el jugador estará posicionado según el puntaje reunido en el juego, se mostrará a los 5 mejores jugadores con su respectiva puntuación.

**Tabla 5-3:** Sistema de puntaje por nivel y preguntas.

Niveles	Puntos interacción	Puntaje	Fallo puntos a disminuir
Nivel 1	Punto 1	5	-1
	Punto 2	5	-1
	Iglesia (San Francisco o la Catedral)	20	-1
	Punto 3	5	-1
	Punto 4	5	-1
	Iglesia (la compañía de Jesús)	20	-1
Nivel 2	Punto 5	10	-2
	Punto 6	10	-2
	Iglesia (La Catedral metropolitana)	40	-3
	Punto 7	10	-3
	Punto 8	10	-3
	Iglesia (La concepción)	40	-4
Nivel 3	Punto 9	50	-5
	Punto 10	50	-6
	Boss final – iglesia (Santa Bárbara)	100	-10
Máximo puntaje		380	-46

**Realizado por:** Andino A.; Barahona J., 2021

La historia y ambientación, está basada en la época colonial de la ciudad de Quito, centrado en la arquitectura y tradiciones. Para narrar las historias se tomó en cuenta un personaje principal que viaja a esa época, personaje secundario que guía el recorrido en el mundo virtual, también en cada nivel están distribuidos NPCs que describen el recorrido para llegar a cada iglesia y así narrar las historias, el guion de cada personaje esta detallado en la sección de historia del Manual técnico

disponible en drive:  
<https://drive.google.com/file/d/1pHNw45sQQECUgV82YmwHxq2a3YAdw1XA/view?usp=sharing>. A continuación, se muestran los personajes del audiojuego con sus respectivas descripciones.

**Tabla 6-3:** Personajes del audiojuego

Personaje	Descripción	Nivel
Alex (principal)	Personaje principal – niño que aprende historia viajando a la época colonial de Quito	Todos niveles
Ivibot (secundario)	Robot que guiara al jugador y proporcionara ayuda	Todos niveles
Rosa (NPC)	Personaje del mundo virtual	Nivel 1
Cantuña (NPC)	Personaje de la iglesia	Nivel 1
Diablo (NPC)	Personaje de la iglesia	Nivel 1
Raúl (NPC)	Personaje del mundo virtual	Nivel 2
Padre José (NPC)	Personaje de la iglesia	Nivel 2
Rosa (NPC)	Personaje del mundo virtual	Nivel 3
Padre Cristiano (NPC)	Personaje de la iglesia	Nivel 3

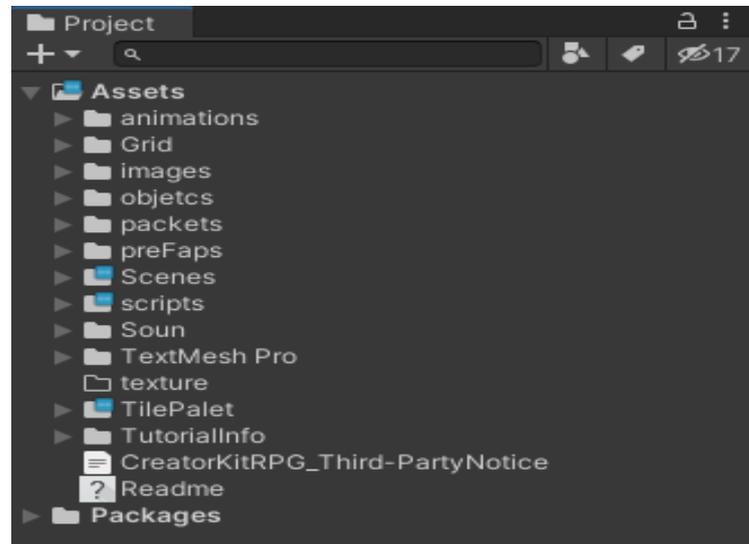
**Realizado por:** Andino A.; Barahona J., 2021

#### - Aspectos técnicos

Para la construcción del audiojuego se utilizó el motor de Unity con la versión 2020.3.5.f1, con licencia pro de tipo estudiantil, las plataformas para las que soporta el audiojuego es Windows 10 en adelante, para el reconocimiento de la voz, se habilitó Microphone único para dispositivos con sistemas operativos Windows. Los elementos esenciales en la GUI de Unity son:

- Inspector. – Permite añadir componentes como audio, animación, scripts, UI, video, entre otros.
- Colaboradores. – Integra un sistema de versión y desarrollo colaborativo, permitiendo gestionar proyectos de software.
- Escena. – Es el área de trabajo de Unity, donde permite recrear entornos virtuales en 2D y 3D.
- Game. – Es la UI o interfaz de usuario que permite compilar el juego creado, permitiendo así realizar pruebas al Gameplay.
- Consola. – Es una herramienta para depurar errores en el software y encontrar problemas en los scripts.
- Animación. – Herramienta que permite generar animaciones a objetos, personajes o integrar efectos, para generarlo se debe tener imágenes secuenciales para recrear la animación.

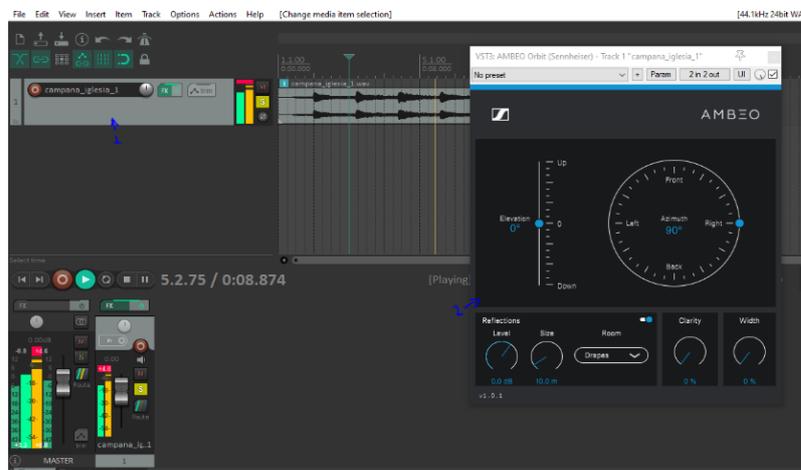
Para el manejo de la distribución de los archivos y carpetas, se definió una jerarquía con los componentes macros como imágenes, sonidos, scripts, animación, entre otros. Contiene componentes para mantener un orden adecuado de los archivos, también dentro de cada componente se clasifica por personajes y niveles generados.



**Figura 1-3:** Gestión de archivos en Unity

Realizado por: Andino A.; Barahona J., 2021

Para la creación de audio 3D con el plugin Ambeo Orbit, se utiliza la herramienta Reaper para el contenido de audio digital, una vez instalado correctamente la librería en la GUI para cargar un audio estéreo o 2D y acceder a la opción FX o plugin, con ello se muestra el panel que permite modificar el sonido a 360 grados con su respectiva elevación de 90 grados y -90 grados, recreando así un audio en tercera dimensión.



**Figura 2-3:** Librería Ambeo Orbit para crear audio 3D en Reaper

Realizado por: Andino A.; Barahona J., 2021

Para integrar un sistema de almacenamiento de los datos de los jugadores y check points, se definió una base de datos relacional con el gestor de MySQL. Mediante peticiones HTTP como Post, Get, Update y Delete que permite acceder a la información solicitada por el lado del cliente. Para su disponibilidad se debe alojar en un servidor web, al ser una BD relacional, este permite acceder a datos relacionados entre tablas.

### 3.3.2 *Gestión de riesgo*

En todo proyecto se debe identificar, gestionar y mitigar los riesgos posibles que se identifiquen como potenciales que generen entre otros efectos negativos: el retraso del proyecto y la suspensión del proyecto por costos o personal. En la metodología SUM la gestión de riesgo está presente en todo el proceso de desarrollo, para su definición se aplicó la metodología MSF (Microsoft Solución Framework), con el equipo se identificó y valoro cada riesgo, posteriormente se clasifíco y se dio prioridad.

Con una probabilidad alta descrita en la **Tabla 7-3**, se muestran 4 riesgos con un alto índice de exposición que se puedan dar, de igual manera en el Manual Técnico disponible en drive: <https://drive.google.com/file/d/1pHNw45sQQECUgV82YmwHxq2a3YAdw1XA/view?usp=sharing> se especifica de forma detallada la aplicación de la metodología para la gestión de riesgos, en el **Anexo C** se desarrolla la hoja de gestión de riesgo para los 4 riesgos identificados con una alta prioridad.

**Tabla 7-3:** Riesgos con alta probabilidad de manifestación

ID	PROBABILIDAD	IMPACTO	PRIORIDAD	EXPOSICION AL RIESGO
R01	Porcentaje: 70% Valor: 3	Moderado Valor: 2	1	6
R08	Porcentaje 60% valor: 7	Moderado Valor: 5	2	7
R09	Porcentaje: 70% Valor: 8	Moderado Valor: 6	2	5
Ro 10	Porcentaje: 70% Valor: 8	Alto Valor: 7	1	7

Realizado por: Andino A.; Barahona J., 2021

### 3.3.3 *Planificación*

Está centrada en identificar el modelo de trabajo y el equipo de desarrollo para la construcción del software, se estima el tiempo y costos óptimos para su desarrollo. Según la metodología SUM,

también se especifica las características del videojuego para cubrir las necesidades del cliente, descritas en la **Tabla 3-3** referente a especificación de requisitos.

**- Recursos administrativos**

Se definió todos los recursos administrativos que se emplearan para la construcción de “Expo-camino”, como primer punto se define el equipo de desarrollo para la construcción del audiojuego, descrita en la **Tabla 8-3**.

**Tabla 8-3:** Miembros y roles del audiojuego

Miembro	Rol
Lic. Vladimir Ganchala	Cliente
Ing. Diego Ávila	Director
Alex Andino	Programador, diseñador del juego
Josselyn Barahona	Programador, Artista grafico

**Realizado por:** Andino A.; Barahona J., 2021

**- Planificación por iteraciones**

Para la construcción de “Expo-camino” se planifico inicialmente un total de 8 iteraciones, cada una de estas con una duración de 5 días a la semana para la construcción del audiojuego se tardó 2 meses, este recurso se encuentra en el **ANEXO D**, la fecha de inicio de la primera iteración es el 07/06/2021 y culminó el 26/07/2021 y se continua con la fase beta y cierre del proyecto. Para asignar el tiempo estimado a las tareas descritas por cada aspecto del juego, tomando como referencia los puntos del *Planning Poker* en serie Fibonacci, para valorar cada uno según la dificultad, obteniendo la **Tabla 9-3**.

**Tabla 9-3:** Valores de puntos estimados.

Puntos estimados	Tiempo estimado
1	1 hora
2	2 horas
3	3 horas
5	5 horas
8	8 horas
13	13 horas
20	20 horas
40	40 horas

**Realizado por:** Andino A.; Barahona J., 2021

**- Presupuesto**

Para obtener un valor estimado del costo, se utilizó la técnica de puntos de función el cual define: la cantidad de tablas de datos, las transacciones especificadas, los reportes, consultas externas y la complejidad de cada una, se obtuvo un total de 110 puntos de funciones que representa un total de 3190 líneas de código.

Para calcular las LC y la estimación del costo, se implementó el modelo de COCOMO, donde se especificó el sueldo de \$750 para los programadores, tomando en cuenta que el nivel de conocimiento en desarrollo de proyectos informáticos del equipo es medio. Dando como resultado un costo optimo estimado de \$3869.93. El cálculo del presupuesto por puntos de función y posteriormente aplicado el software COMOMO II, se encuentra documentado en el Manual Técnico disponible en drive: <https://drive.google.com/file/d/1pHNw45sQQECUgV82YmwHxq2a3YAdw1XA/view?usp=sharing>.

**Tabla 10-3:** Valoración y cálculo de puntos de función

Parámetro	Complejidad	Numero	Peso	Total
ILF	Alta	3	15	21
	Media		10	
	Baja		7	
EIF	Alta		10	
	Media		7	
	Baja		5	
EI	Alta	9	6	27
	Media		4	
	Baja		3	
EO	Alta	6	7	30
	Media		5	
	Baja		4	
EQ	Alta		6	
	Media		4	
	Baja		3	
Total, puntos de función				110
Líneas de código en C#				3190

**Realizado por:** Andino A.; Barahona J., 2021

También a estos costos se debe añadir los recursos técnicos utilizados para el desarrollo, en la **Tabla 11-3** se describe el cálculo total de cada dispositivo utilizado, según su depreciación mensual y esto aplicando a los 2 meses del tiempo en construir el audiojuego.

**Tabla 11-3:** Recursos técnicos

Equipo informático	Precio de adquisición	Depreciación mensual	Costo total
Portátil DELL	\$ 1000	\$16.66	\$33.32
Portátil Lenovo	\$1200	\$20	\$40
Audífonos	\$ 7	\$7	\$7
Total			\$80.32

Realizado por: Andino A.; Barahona J., 2021

Al contar únicamente con 2 programadores, estos toman el cargo de artista sonoro y diseñador del juego respectivamente, concluyendo así un valor total en gasto del personal, en el tiempo de desarrollo con un valor de \$1500. Esto permite que los 2 programadores requieran un mayor conocimiento que no pertenece a su área según el rol principal, para incrementar el nivel de conocimiento en campos como artista sonoro o diseñador de juegos, se tomó cursos en Udemy para la construcción de videojuegos. Teniendo así el conocimiento requerido para continuar con el desarrollo en el presente trabajo de integración curricular.

**Tabla 12-3:** Costos reales en el equipo de desarrollo

Cargo	Razón	Precio mes
2 programador	Encargado de la codificación del audiojuego, como también encargados de crear efectos de sonido, gameplay, ambientación, personajes del audiojuego y el entorno virtual.	\$1800 (cada programador - \$900)
<b>Total 2 meses</b>		<b>\$ 3.600</b>

Realizado por: Andino A.; Barahona J., 2021

El software para utilizar en el desarrollo es otro factor para manejar costos, cada herramienta utilizada tiene un valor según el tipo de licencia, se definen costos reales del valor del audiojuego “expo-camino”, esto se refleja en la **Tabla 13-3**, que detalla lo anterior mencionado.

**Tabla 13-3:** Recursos software

Concepto	Razón	Precio
Unity 2020.3.5f1	Motor	Licencia académica 1 año
Blender 2.92	Modelado 3D y animación	-
Ambeo Orbit	Creación de audio 3D	-
Visual Studio Code	Editor de código fuente para el lenguaje C#	-
Microsoft office 365	Creación del informe y demás documentación	Licencia académica institucional
Servidor conexión a MySQL	Servidor web para acceso a los datos	Azure plan estudiantil
Total		\$ 0

Realizado por: Andino A.; Barahona J., 2021

Adicionalmente se describe otros gastos, centrados en cursos online para la capacitación del equipo de desarrollo, con la falta de personal específico para diseño de videojuegos y efectos de sonido, se requerido el aprendizaje de conocimiento que abarquen estas áreas en la **Tabla 14-3**. Los gastos en servicios como el consumo de agua, luz, entre otros se puede visualizar en la **Tabla 15-3**.

**Tabla 14-3:** Otros gastos

Concepto	Precio	Coste total
Capacitación en creación de videojuegos en el motor de Unity mediante la plataforma Udemy.	\$15	\$30
<b>Total</b>		<b>\$ 30</b>

Realizado por: Andino A.; Barahona J., 2021

Descripción de gastos en servicios, tomando en cuenta el consumo por un tiempo de dos meses, los precios al mes tienen como consideración el precio promedio de consumo de los 2 programadores.

**Tabla 15-3:** Gastos en servicios

Concepto	Precio mes	Coste
Plan de internet	\$30	60
Luz	\$25	\$50
<b>Total</b>		<b>\$ 110</b>

Realizado por: Andino A.; Barahona J., 2021

Como Resultado final se obtuvo el costo real del producto, incluyendo los costos anteriores mencionados con un costo total de \$3.820,32, esto se describe en la **Tabla 16-3**, en el cual se detallan los costos que se consideraron para su cálculo.

**Tabla 16-3:** Costos reales

<b>Estimación total de costos reales</b>	
<b>Concepto</b>	<b>Precio</b>
Mano de obra	\$3.600
Licencia de software	\$0
Equipo informático	\$80.32
Servicios	\$110
Otros gastos	\$30
<b>Total</b>	<b>\$3,820.32</b>

**Realizado por:** Andino A.; Barahona J., 2021

#### - Especificación de características

Permite identificar la estructura del audiojuego para posteriormente desglosar el trabajo o actividades que deben ser desarrolladas para completar el videojuego, cumpliendo con un ciclo de vida en construcción de software. Esto se define siguiendo la metodología SUM, cada característica permite añadir una funcionalidad al juego.

**Tabla 17-3:** Definición de características del juego.

<b>Identificador</b>	<b>descripción</b>	<b>Prioridad</b>
DC1	Interfaz gráfica de usuario (GUI)	Alta
DC2	Sistema de control del jugador	Media
DC3	Sistemas de Cámara del jugador	Media
DC4	Sistema de personas no jugables (NPCs)	Media
DC5	Sistema de narrativa y dialogo por voz	Alta
DC6	Sistema de acciones por comandos de voz	Alta
DC7	Sistema de vida	Media
DC8	Puntos de referencia	Media
DC9	Sistema de misiones	Media
DC10	Sistema de checkpoint	Media
DC11	Sonido	Alta
DC12	Desarrollo de la tutoría	Media
DC13	Variación de dificultad	Alta
DC14	Pruebas beta	Alta
DC15	Cierre del proyecto	Media

**Realizado por:** Andino A.; Barahona J., 2021

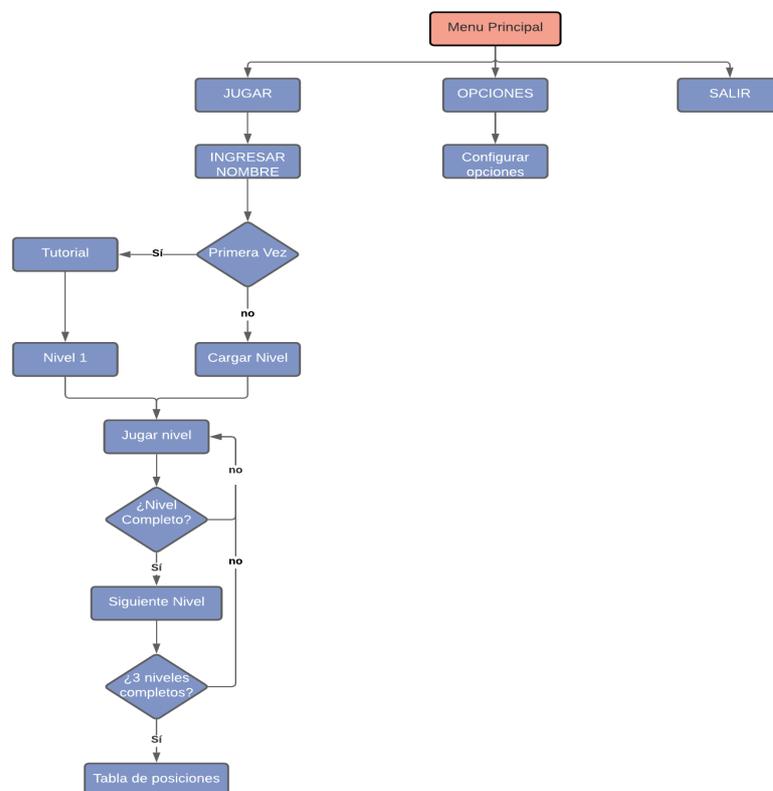
### - Planificación de actividades

Para asignación de tareas individuales basado en las características, se toma en cuenta el proceso de la WBS o estructura de descomposición de trabajo definido por Kersey (2020), mediante la designación de paquetes de trabajos individuales a cumplir en la planificación. Esto a su vez en cada tarea individual, se otorga una estimación de tiempo de duración según la tarea y sus componentes, se determina un tiempo estimado por parte del equipo de desarrollo, basándose en la técnica de *Planning poker*, con la variante de tomar 2 estimaciones posibles y sacar una media estimada se obtiene como resultado el tiempo de cada actividad, esto se detalla en el **ANEXO D**.

#### 3.3.4 Elaboración

##### 3.3.4.1 Esquema general de prototipo

Antes de realizar el desarrollo del audiojuego se realizó un esquema general del juego mediante el cual se puede obtener una visión general del audiojuego y una perspectiva de su funcionamiento. En la **Figura 3-3**, se puede visualizar el esquema de “Expo-camino” mediante uso del diagrama de flujo. De igual forma se diseñó un esbozo del mundo virtual y sus posibles características y un prototipo de alta fidelidad desarrollado en el Framework Balsamiq, estos recursos están disponible en el **ANEXO E**.



**Figura 3-3:** Diagrama de flujo del prototipo del audiojuego

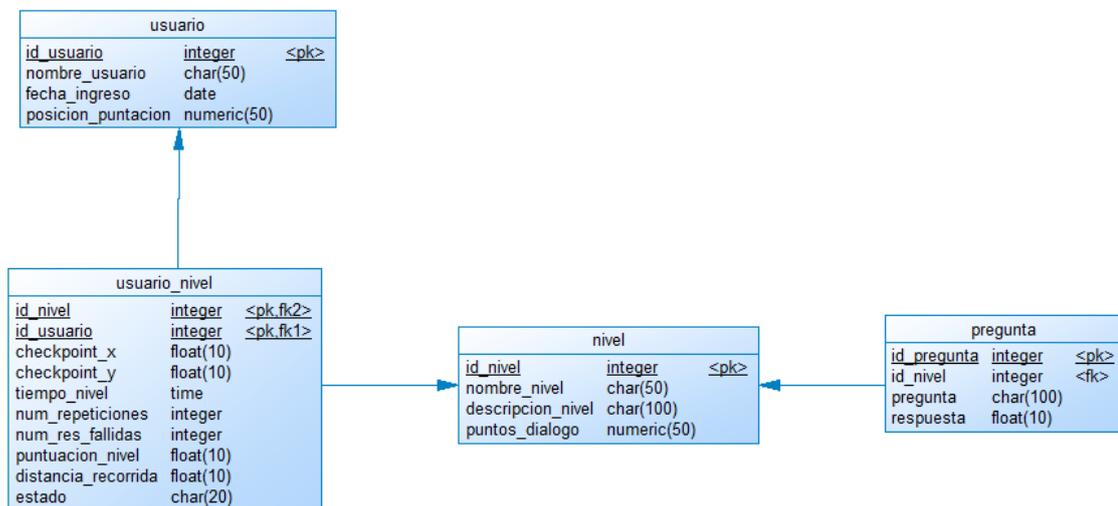
Realizado por: Andino A.; Barahona J., 2021

### 3.3.4.2 Estándar de codificación

La aplicación de buenas prácticas en la codificación permite posteriormente un mantenimiento óptimo, al igual que una documentación del código más entendible para otros miembros del equipo de desarrollo. Este estándar sirve no únicamente para el lenguaje de programación C# que se desarrollará para el audiojuego “Expo-camino” sino que se puede integrar en otros lenguajes de programación como Java, JavaScript, TypeScript y PHP. El estándar para definir las funciones es notación CamelCase, la primera letra será minúscula y las demás palabras empezaran con mayúscula y unidas, cada aspecto tomado se define en la sección de estándar de codificación del Manual Técnico disponible en drive: <https://drive.google.com/file/d/1pHNw45sQQECUgV82YmwHxq2a3YAdw1XA/view?usp=sharing>, se seleccionó las características más relevantes, definida por la compañía de desarrollo de software (Core, 2019).

### 3.3.4.3 Diseño de la base de datos

En la **Figura 4-3**, con el apoyo de la herramienta de modelado de datos PowerDesigner, se presenta el modelo de la base de datos que se implementa con el gestor relacional MySQL. La base de datos que se conforma de 4 tablas es desplegada en Microsoft Azure servicio de computación en la nube de Microsoft con un tipo de plan para estudiantes.



**Figura 4-3:** Modelo de la base de datos

Realizado por: Andino A.; Barahona J., 2021

### - Diccionario de datos

El diccionario de datos incluye las definiciones de los datos y sus propiedades, orientando así a los usuarios sobre el tipo de información que se encontrará en la base de datos. El diccionario de la base de datos diseñada (**Figura 4-3**) está disponible en el **ANEXO F**.

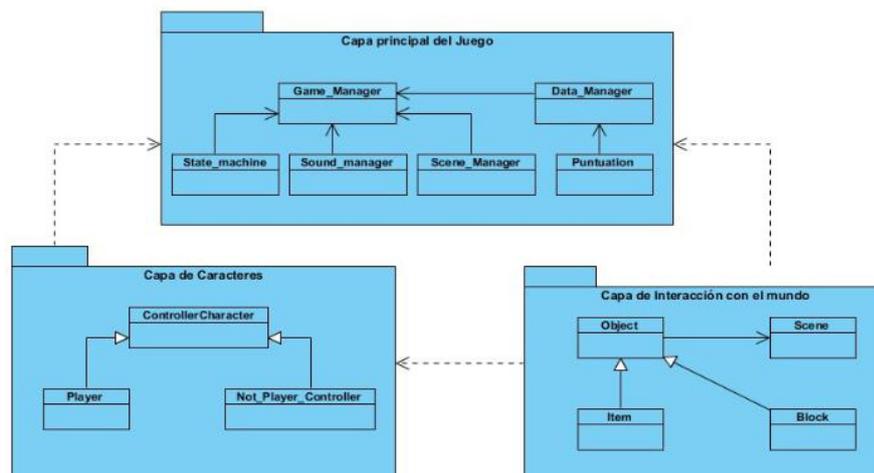
#### 3.3.4.4 Diseño de la arquitectura

La arquitectura para el desarrollo de videojuegos Hernández, Domínguez y Pi (2018) se presenta en la **Figura 5-3**, en la cual se especifica 3 capas:

Capa principal del juego: capa en la cual se encuentra el controlador principal del juego (Game Manager), la máquina de estado (State Machine), el sonido (Sound Manager), datos (Data Manager), escenas (Scene Manager System) y la puntuación.

Capa de caracteres: se encuentra los caracteres (Controlador Personaje), diferenciándose entre ellos por ser jugables (Player) o no jugables (NPC). Si se desea agregar otro tipo de personajes que intervengan en el videojuego se incorpora en esta capa.

Capa de interacción del mundo: se encuentra el escenario y los objetos que pertenecen al mismo. Si existe otro tipo de objetos que modifiquen el videojuego se agregan a esta capa. También se define el diagrama de despliegue en el cual se puede visualizar los dispositivos que permiten la comunicación con la BD y el audiojuego en el **ANEXO E**.



**Figura 5-3:** Arquitectura del audiojuego “Expo-camino”.

Realizado por: Andino A.; Barahona J., 2021

### 3.3.4.5 Elaboración de personajes

Una vez seleccionado los Assets de los personajes según la narrativa del audiojuego **Anexo E** en las plataformas web craftpix, DeviantArt y Unity Asset Store se procedió a importar en el motor de Unity como componente para construir los escenarios de cada nivel, los personajes ya añadidos al mundo virtual de Expo-camino se presentan en la **Tabla 18-3**.

**Tabla 18-3:** Assets asignados para los personajes principales

OBJETO	IMAGEN	DISEÑO
Niño (Alex)		Personaje principal construido por assets gratuitos en la plataforma web craftpix.
Robot (Ivibot)		Personaje construido por assets gratuitos en la plataforma web DeviantArt.

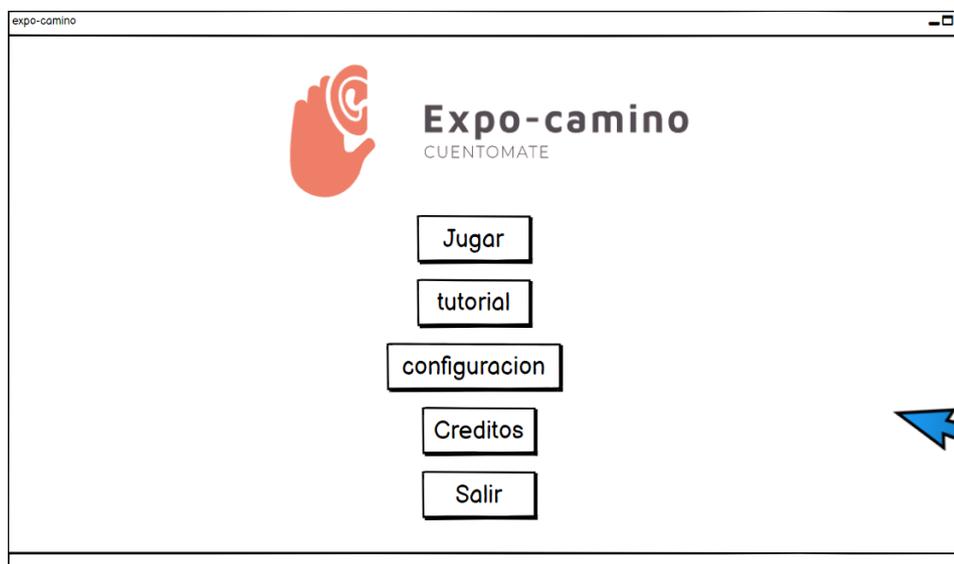
Realizado por: Andino A.; Barahona J., 2021

### 3.3.4.6 Diseño de las escenas

Para el diseño de las escenas se cumple con el estándar de la interfaz de usuario definido en la sección de estándar de interfaces del Manual Técnico disponible en el link: <https://drive.google.com/file/d/1pHNw45sQQECUgV82YmwHxq2a3YAdw1XA/view?usp=sharing>, se especifica el tamaño de los contenedores del subtítulo que debe ser adecuado para

personas con problemas de visión, el color y el tipo de letra, el fondo para mostrar el dialogo, el tamaño para el texto en dialogo y menús.

La interfaz de usuario está adaptada para jugadores con problemas visuales con deficiencias a distinguir el color rojo (Protanopla), azul (Deutanopia) y verde (Tritanopia), para su validación se aplicó el software de Adobe Color (adobe, 2021). En la **Figura 6-3**, se puede visualizar el diseño en Balsamiq de la interfaz de usuario principal aprobada por el cliente, Se definió historias de usuario con sus respectivas tareas de ingeniería, en el cual se especifica el desarrollo en Unity tanto la parte de la IU como la codificación generada para su funcionamiento, documentación disponible en el Manual Técnico con el enlace: <https://drive.google.com/file/d/1pHNw45sQQECUgV82YmwHxq2a3YAdw1XA/view?usp=sharing>.



**Figura 6-3:** Prototipo del menú principal de Expo-camino

Realizado por: Andino A.; Barahona J., 2021

#### 3.3.4.7 *Desarrollo de tareas*

La fase de elaboración está centrada en la ejecución de la planificación de cada característica del audiojuego y sus respectivas tareas disponible en el **Anexo D**, cada iteración tiene una duración de una semana, que corresponde a 5 días, para su documentación se utilizó historias de usuario, centradas en describir los requisitos del sistema que permiten detallar una funcionalidad específica de la perspectiva del cliente, esta contiene el identificador, nombre, puntos estimados, el valor, las dependencias, el número de la iteración, condiciones de satisfacción y una descripción.

En la **Tabla 19-3**, se especifica la HU 03 y en la **Tabla 20-3** se especifica la tarea de ingeniería referente a los sistemas de cámara del juego, continuamente se especifica las tareas de ingeniería que se llevaron a cabo para completar la HU, para este caso solo se definió una tarea con las fechas de duración, el encargado del desarrollo y su descripción, tomar en cuenta que cada tarea de ingeniería tiene incorporado una prueba unitaria para validar la tarea de ingeniería y posteriormente una prueba de integración que valida todo el trabajo en la iteración. Toda la documentación de cada Historia de usuario con sus tareas de ingeniería está definida en el Manual Técnico disponible en drive: <https://drive.google.com/file/d/1pHNw45sQQECUgV82YmwHxq2a3YAdw1XA/view?usp=sharing>.

**Tabla 19-3:** Historia de usuario sistemas de cámara del jugador

HU 03	<b>Sistemas de cámara del jugador</b>	
<b>Estimación:</b> 11	<b>Valor:</b> 14	<b>Dependencias:</b> No
<b>Prioridad:</b> Alta	<b>Interacción asignada:</b> 3	
Como jugador quiero que siempre se muestre en el mundo virtual al personaje principal y poder visualizar una parte del entorno.		
<b>Condiciones de satisfacción</b>		
El jugador debe empezar una nueva partida o el tutorial.		

Realizado por: Andino A.; Barahona J., 2021

**Tabla 20-3:** Tarea de ingeniería sistemas de cámara del jugador

<b>Tarea de Ingeniería</b>	
<b>Historia de Usuario:</b> HU.03 Sistemas de cámara del jugador.	
<b>Número de Tarea:</b> T03.01	<b>Nombre de Tarea:</b> Cámara seguimiento jugador
<b>Tipo de Tarea:</b> Desarrollo	<b>Puntos Reales/Estimados:</b> 11/8
<b>Fecha Inicio:</b> 25/6/2021	<b>Fecha Fin:</b> 25/6/2021
<b>Programador Responsable:</b> Alex Andino	
<b>Descripción:</b> Se procede a integrar la cámara 2D de Unity de seguimiento, detallando el cuadrante al que enfocará y dará seguimiento constante.	
<b>Pruebas de Aceptación</b>	
Verificar que, al mover el personaje en el mundo virtual se muestre en la interfaz general el personaje constantemente. (SI)	

Realizado por: Andino A.; Barahona J., 2021

### 3.3.5 Pruebas beta

Una vez finalizado la fase de elaboración se realizaron las pruebas beta, para este proceso se procedió a desplegar el audiojuego “Expo-camino” y se designó a 2 usuarios finales o probadores beta, uno con problemas de visión completo y el segundo participante con problema de visión mínimo. Se realizaron 2 pruebas beta, una vez completado el desarrollo del audiojuego, continuamente se planificó la ejecución de la primera prueba beta. En esta prueba, los usuarios finales describieron los errores que fueron encontrados al momento de jugar, esto se define en la **Tabla 21-3**, que especifica los errores encontrados.

**Tabla 21-3:** Errores encontrados en la primera prueba beta

<b>Id</b>	<b>Descripción</b>	<b>Modulo</b>
E01	El radio de interacción asignados (colliders) a los NPCs para su integración con el jugador eran muy pequeño, incrementando así el tiempo en interactuar con estos.	Nivel 1 y 2.
E02	El audio de los diálogos no estaba bien modulado el tono de voz, ya que en algunas partes el dialogo del NPC era débil, causando poco entendimiento de la narrativa.	Nivel 1 y 2.
E03	EL jugador encontraba espacios que salían del límite del juego, ya que los obstáculos para frenar el avance a una zona no disponible tenían ranuras o espacios donde el jugador iba sin restricciones.	Nivel 1.
E04	La cantidad de vida asignado al iniciar sesión por defecto no era visible o no cargaba por completo.	Nivel 1.
E05	Se generaba un bucle constante al saltarse la narrativa del dialogo para pasar a las preguntas con sus respectivas respuestas aleatorias y se detenía el juego	Nivel 1 y 2.

**Realizado por:** Andino A.; Barahona J., 2021

Una vez corregido los errores encontrados en la primera prueba beta, descritos en la **Tabla 21-3**, se procedió a lanzar la segunda prueba beta a los dos participantes anteriormente mencionados, para este proceso se lo realizo en las mismas condiciones que la primera prueba beta, como resultado los usuarios describieron errores encontrados en el audiojuego que ya eran mínimos, estos se describen en la **Tabla 22-3**, en la cual se detalla cada error encontrado. Una vez corregido los errores encontrados, se realiza una revisión por el equipo de desarrollo, para completar con la etapa de las pruebas beta.

**Tabla 22-3:** Errores encontrados en la segunda prueba beta

<b>Id</b>	<b>Descripción</b>	<b>Modulo</b>
E01	Asignar el tiempo de duración del audio, con el tiempo en segundos de espera de la función Coroutine (método para pausar la ejecución en fotogramas).	Nivel 2 y tabla de puntuación.
E02	Disminuir o cambiar el efecto de sonido de la misión opcional 2 para el segundo nivel, ya que al usuario no vidente le molestaba.	Nivel 2.
E03	Añadir un comando para saltar el audio de un dialogo, para ahorrar el tiempo completo de reproducción del dialogo.	Nivel 2.

**Realizado por:** Andino A.; Barahona J., 2021

### 3.3.6 *Cierre*

Una vez completada la fase de pruebas beta y corregida la cantidad de errores encontrados tanto por los probadores beta, como por los desarrolladores, se procedió a la fase final de la metodología SUM, la cual es el proceso de entrega del software o del audiojuego “Expo-camino” al cliente, para su despliegue se dividió en 3 partes, el levantamiento del servidor web que soporta en el lenguaje PHP que integra la lógica del negocio, el levantamiento del servidor para la base de datos MySQL y por último construir el audiojuego en el motor de Unity, para sistema operativo de Windows 10 con la extensión .exe.

Una vez comprobada las conexiones entre los servidores y el juego, se procede a subir el audiojuego “Expo-camino” a un almacenador de archivos online, este es Drive de Google, el cual está disponible y con el permiso del cliente para que cualquier usuario que disponga del link pueda descargar el manual de usuario y el videojuego respectivamente, el link es: [https://drive.google.com/drive/folders/15zCYDug3f0\\_fypGYDLNhTAeY1A6w2grn?usp=s](https://drive.google.com/drive/folders/15zCYDug3f0_fypGYDLNhTAeY1A6w2grn?usp=s) **haring** para el acceso libre del cliente, como de los usuarios finales.

## CAPITULO IV

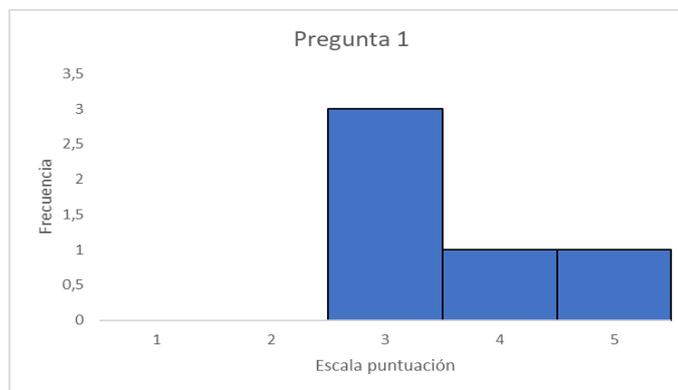
### 4 RESULTADOS

El presente capítulo está centrado en analizar, evaluar y explicar los resultados logrados de la capacidad de aprendizaje.

#### 4.1 Capacidad de aprendizaje

Para medir la capacidad de aprendizaje que es una subcaracterística de la usabilidad de la norma ISO/IEC 25010, se optó por la implementación de la encuesta SUMI modificada, definiendo una escala de Likert de 1 a 5 (muy difícil, difícil, normal, fácil y muy fácil), la cual fue aplicada a 5 personas con problemas de visión, pertenecientes a la Asociación de Invidentes “Milton Vedado”. A continuación, se detalla la estadística descriptiva que se obtuvo en cada pregunta.

- **Pregunta 1:** Aprender a usar el juego “Expo-camino” es:



**Gráfico 1-4:** Frecuencia de la pregunta

**Realizado por:** Andino A.; Barahona J., 2021

En la **Grafica 1-4**, se puede visualizar el comportamiento de los datos mediante el histograma, la mayoría de los encuestados lo determinaron con una dificultad media, concluyendo así que al principio el aprender a usar el audiojuego tuvo un nivel de dificultad medio.

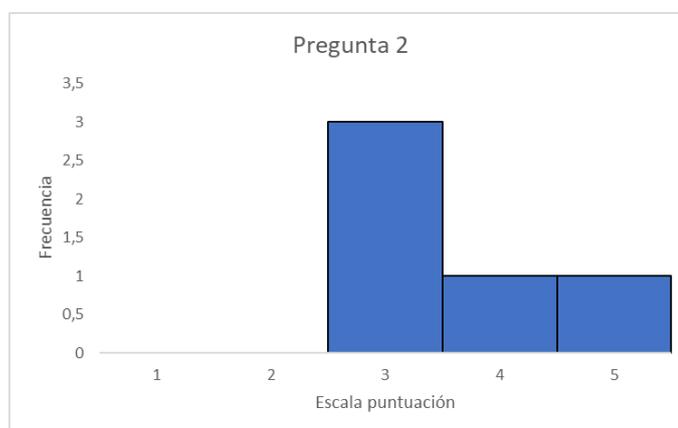
**Tabla 1-4:** Estadística descriptiva pregunta 1

Pregunta 1	
Media	3,6
Error típico	0.4
Desviación estándar	0.89
Curtosis	0.312
Simetría	1.25

**Realizado por:** Andino A.; Barahona J., 2021

En la **Tabla 1-4**, se especifica la estadística descriptiva de los encuestados que dan una calificación aceptable, proyectándose a un nivel fácil según la media de 3.6, ya que los datos variarían un 0,4 positiva o negativamente referente a la media, según la desviación estándar 0.89 describe que la dispersión de los datos referente a la media no es tan alta, también define una curtosis positiva de 0.312 y una simetría de 1.25, debido a que los datos se encuentran concentrados en la media, es decir que aprender a usar el juego “Expo-camino” tiene un dificultad normal.

- **Pregunta 2:** Aprender las funciones del juego “Expo-camino” es:



**Gráfico 2-4:** Frecuencia de la pregunta 2

**Realizado por:** Andino A.; Barahona J., 2021

En la **Gráfica 2-4**, en la gráfica del histograma se puede visualizar que los datos se encuentran concentrados en la mitad con una puntuación de 3, concluyendo que aprender las funciones del juego “Expo-camino” tiene una dificultad normal.

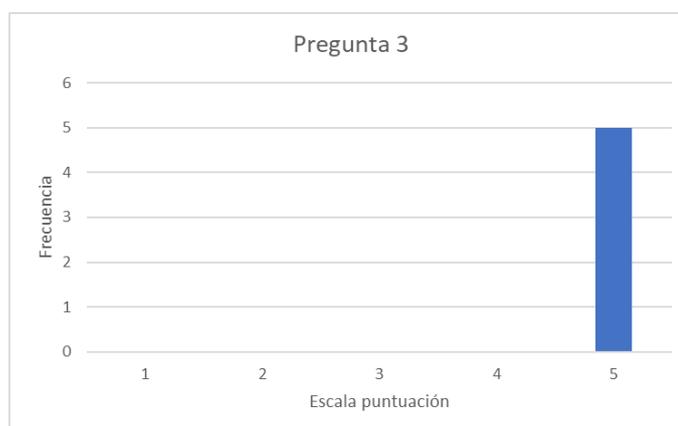
**Tabla 2-4:** Estadística descriptiva pregunta 2

Pregunta 2	
Media	3.6
Error típico	0.4
Desviación estándar	0.89
Curtosis	0.312
Simetría	1.25

**Realizado por:** Andino A.; Barahona J., 2021

En la **Tabla 2-4**, se especifica la estadística descriptiva que los encuestados dan una calificación aceptable, según la media de 3.6, ya que los datos variaran un 0,4 positiva o negativamente referente a la media, según la desviación estándar 0.89 describe que la dispersión de los datos no es tan alta, se define una curtosis positiva de 0.312 y una simetría de 1.25, debido a que la agrupación de los datos es central concluyendo que aprender las funcionalidades del juego tiene un dificultad media.

- **Pregunta 3:** Aprender las instrucciones del juego “Expo-camino” por audio es:



**Gráfico 3-4:** Frecuencia de la pregunta 3

**Realizado por:** Andino A.; Barahona J., 2021

En la **Grafica 3-4**, mediante el histograma se pueden visualizar que todos los datos se encuentran concentrados en la puntuación 5 concluyendo así que aprender las instrucciones del juego “Expo-camino” por audio es fácil.

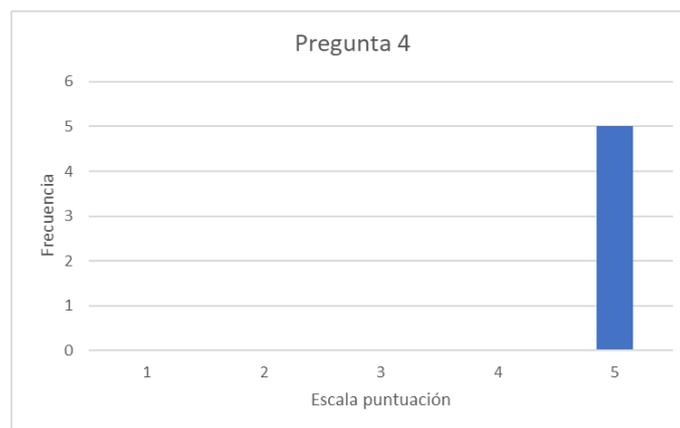
**Tabla 3-4:** Estadística descriptiva pregunta 3

Pregunta 3	
Media	5
Error típico	0
Desviación estándar	0
Curtosis	0
Simetría	0

Realizado por: Andino A.; Barahona J., 2021

En la **Tabla 3-4**, se especifica la estadística descriptiva los encuestados dan una calificación máxima según la media de 5, los datos no presentan variación, la desviación estándar, la dispersión de los datos, la curtosis y la simetría es nula, porque la agrupación de los datos se concentra en un solo valor, concluyendo que todos los encuestados afirman que aprender las instrucciones del juego “Expo-camino” por audio es fácil.

- **Pregunta 4:** Usar las teclas para jugar es:



**Gráfico 4-4:** Frecuencia de la pregunta 4

Realizado por: Andino A.; Barahona J., 2021

En la **Grafica 4-4**, mediante el histograma se pueden visualizar que todos los datos se encuentran concentrados en la puntuación 5 concluyendo así que usar las teclas para jugar es fácil.

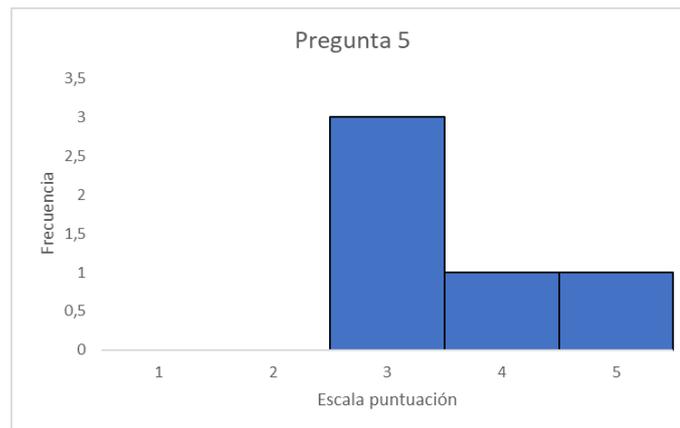
**Tabla 4-4:** Estadística descriptiva pregunta 4

Pregunta 4	
Media	5
Error típico	0
Desviación estándar	0
Curtosis	0
Simetría	0

Realizado por: Andino A.; Barahona J., 2021

En la **Tabla 4-4**, se especifica la estadística descriptiva los encuestados dan una calificación máxima según la media de 5, los datos no presentan variación, la desviación estándar, la dispersión de los datos, la curtosis y la simetría es nula, porque la agrupación de los datos se concentra en un solo valor, concluyendo que todos los encuestados afirman que usar las teclas para jugar es fácil.

- **Pregunta 5:** Aprender a usar las teclas para jugar es:



**Gráfico 5-4:** Frecuencia de la pregunta 5

Realizado por: Andino A.; Barahona J., 2021

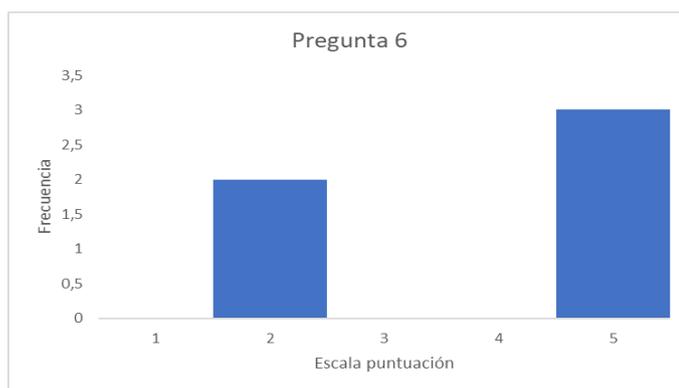
Se presenta una media de 3.6 con error típico de 0.4 y desviación estándar de 0.4, los datos tienen una simetría positiva de 1.25 y una curtosis de 0.31, la curtosis es positiva debido a que los datos se encuentran concentrados en el lado izquierdo, esto es debido a que la mayoría de los niños contestaron normal (valor 3), es decir 3 de los 5 estaban de acuerdo que tardaron un tiempo significativo en aprender a usar cuáles eran las teclas para poder jugar en el audiojuego.

**Tabla 5-4:** Estadística descriptiva pregunta 5

<b>Pregunta 5</b>	
Media	3.6
Error típico	0.4
Desviación estándar	0.89
Curtosis	0.31
Simetría	1.25

Realizado por: Andino A.; Barahona J., 2021

- **Pregunta 6:** Después de la primera vez que juegas, volver a jugar el audiojuego es:



**Gráfico 6-4:** Frecuencia de la pregunta 6

**Realizado por:** Andino A.; Barahona J., 2021

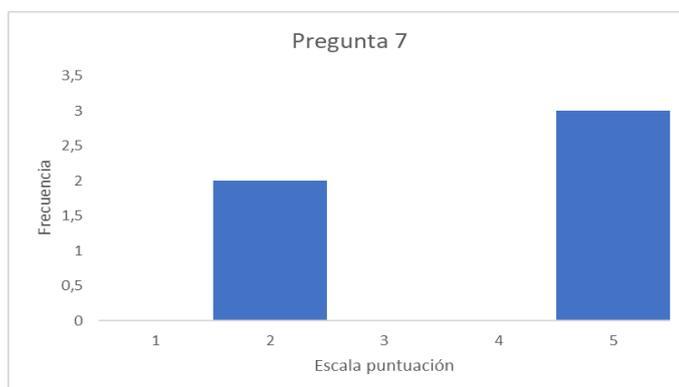
Se presenta una media de 3.8 con error típico de 0.734 y desviación estándar de 1.64 los datos tienen una simetría negativa de -0.60 y una curtosis de -3.33 debido a que los datos están concentrados al lado derecho, esto es debido a que la mayoría contestó muy fácil (valor 5), 3 de 5 niños manifiestan que no es necesario recurrir de ayuda cuando juegan una nueva partida.

**Tabla 6-4:** Estadística descriptiva pregunta 6

Pregunta 6	
Media	3.8
Error típico	0.734
Desviación estándar	1.64
Curtosis	-3.33
Simetría	-0.60

**Realizado por:** Andino A.; Barahona J., 2021

- **Pregunta 7:** Descubrir las misiones opcionales es:



**Gráfico 7-4:** Frecuencia de la pregunta 7

**Realizado por:** Andino A.; Barahona J., 2021

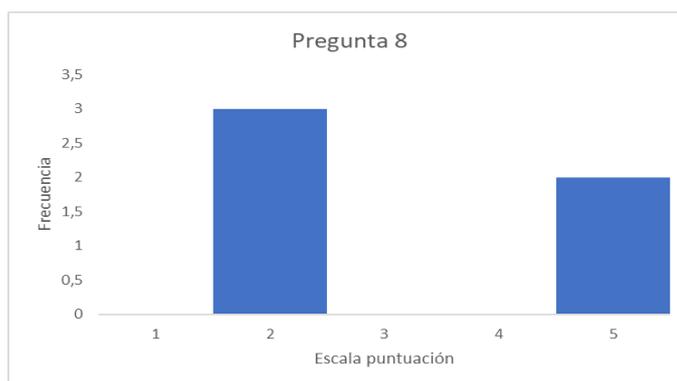
Se presenta una media de 3.2 con error típico de 0.734 y desviación estándar de 1.64, los datos tienen una simetría positiva de 0.60 y una curtosis de -3.33 debido a que los datos están concentrados al lado derecho, esto es causado por que la mayoría contesto muy fácil (valor 5), 3 de 5 niños describen que se mejora la capacidad de navegación mediante la incorporación de retos opcionales.

**Tabla 7-4:** Estadística descriptiva pregunta 7

<b>Pregunta 7</b>	
Media	3.2
Error típico	0.734
Desviación estándar	1.64
Curtosis	-3.33
Simetría	0.60

**Realizado por:** Andino A.; Barahona J., 2021

- **Pregunta 8:** Descubrir nuevos mundos en el audiojuego es:



**Gráfico 8-4:** Frecuencia de la pregunta 8

**Realizado por:** Andino A.; Barahona J., 2021

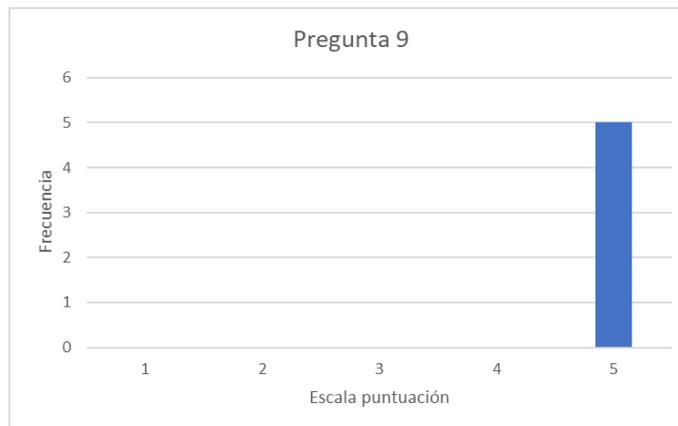
Se presenta una media de 3.2 con error típico de 0.734 y desviación estándar de 1.643 los datos tienen una simetría positiva de 0.608 y una curtosis de -3.33 debido a que los datos están concentrados al lado izquierdo, esto es causado por que la mayoría contesto difícil (valor 2), 3 de 5 niños, concluyendo que aprender nuevos mundos virtuales del audiojuego tendría su grado de dificultad.

**Tabla 8-4:** Estadística descriptiva pregunta 8

<b>Pregunta 8</b>	
Media	3.2
Error típico	0.734
Desviación estándar	1.643
Curtosis	-3.33333
Simetría	0.608

Realizado por: Andino A.; Barahona J., 2021

- **Pregunta 9:** Recordar cómo se hacen las cosas en el juego es:



**Gráfico 9-4:** Frecuencia de la pregunta 9

Realizado por: Andino A.; Barahona J., 2021

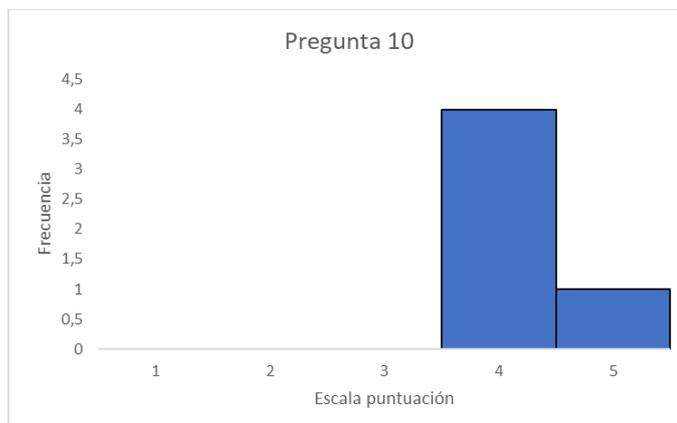
Se presenta una media de 5 con error típico de 0 y desviación estándar de 0 los datos tienen no tienen simetría ni curtosis debido a que todos los datos se encuentran en el valor 5 (muy fácil) que es muy fácil recordar las mecánicas del audiojuego.

**Tabla 9-4:** Estadística descriptiva pregunta 9

<b>Pregunta 9</b>	
Media	5
Error típico	0
Desviación estándar	0
Curtosis	0
Simetría	0

Realizado por: Andino A.; Barahona J., 2021

- **Pregunta 10:** La mayoría de las veces que uso este juego es:



**Gráfico 10-4:** Frecuencia de la pregunta 10

**Realizado por:** Andino A.; Barahona J., 2021

Se presenta una media de 4.2 con error típico de 0.2 y desviación estándar de 0.2, simetría de 2.23 y curtosis de 5, los datos se encuentran concentrados en el valor 4 (fácil), se obtiene que la mayoría de las veces que los niños juegan, se les hace más fácil el aprendizaje de las mecánicas y la jugabilidad del audiojuego.

**Tabla 10-4:** Estadística descriptiva pregunta 10

Pregunta 10	
Mean	4.2
Standard Error	0.2
Standard Desviation	0.447
Kurtosis	5
Skewness	2.236

**Realizado por:** Andino A.; Barahona J., 2021

#### 4.2 Análisis de resultados de capacidad de aprendizaje

El resumen de los datos recopilados mediante la encuesta aplicada se muestra en la **Tabla 11-4**, se calculó el porcentaje total de cada pregunta, sumando los puntajes de cada encuestado y posteriormente se promedió para 5 (número de estudiantes). Cada pregunta está enfocada en la capacidad de aprendizaje como subcaracterística para evaluar la usabilidad del audiojuego (ISO/IEC 25010, 2014).

**Tabla 11-4: Resultados obtenidos de la encuesta**

Indicador	N°	Preguntas	Resultado	Promedio sobre 5	Porcentaje sobre 100%
Capacidad de aprendizaje	1	Aprender a usar el juego “Expo-camino” es:	18	3.6	72%
	2	Aprender las funciones del juego “Expo-camino” es:	18	3.6	72%
	3	Aprender las instrucciones del juego “Expo-camino” por audio es:	25	5	100%
	4	Usar las teclas para jugar es:	25	5	100%
	5	Aprender a usar las teclas para jugar es:	18	3.6	72%
	6	Después de la primera vez que juegas, volver a jugar el audiojuego es:	19	3.8	76%
	7	Descubrir las misiones opcionales es:	16	3.2	64%
	8	Descubrir nuevos mundos en el audiojuego es:	16	3.2	64%
	9	Recordar como se hacen las cosas en el juego es:	25	5	100%
	10	La mayoría de las veces que uso este juego es:	21	4.2	84%
<b>TOTAL</b>			<b>201</b>	<b>4.02</b>	<b>80.4 %</b>

Realizado por: Andino A.; Barahona J., 2021

En la **Tabla 11-4**, las preguntas 3, 4 y 9 presentan mayor porcentaje, con un valor del 100%, los jugadores definen muy fácil aprender a usar el teclado, nuevas instrucciones y recordar las mecánicas de Expo-camino, para las preguntas 7 y 8 se obtuvo un valor del 64% es decir descubrir nuevas misiones y mundos tiene un nivel de dificultad más alta. Las preguntas 1, 2 y 5 se obtuvo 72%, es decir aprender a usar el juego, funciones y usar las teclas para jugar no tiene una dificultad tan elevada. Finalmente, las preguntas 6 y 10 con valores de 76% y 84% se concluye que mientras los usuarios jueguen algunas ocasiones, aprenden más las funcionalidades de Expo-camino.

#### 4.3 Niveles de puntuación para la capacidad de aprendizaje

En la **Tabla 12-4**, se define el nivel de puntuación en porcentaje aceptable para la capacidad de aprendizaje con el valor de 80.4%, la cual permite determinar la calidad del producto de software.

**Tabla 12-4:** Indicador para medir la calidad del software.

Escala de medición	Puntuación	Grado de satisfacción
87.5%-100%	Cumple con los requisitos	Muy satisfactorio
50%-87.4%	Aceptable	Satisfactorio
27.5% - 49%	Mínimamente aceptable	Insatisfactorio
0% - 27.4%	Inaceptable	

Fuente: Balseca, 2014

Realizado por: Andino A.; Barahona J., 2021

Se puede concluir que a los niños les tomo tiempo aprender a jugar el juego, describieron que tiene una dificultad media al explorar otras funcionalidades del audiojuego “Expo-camino”, sin embargo, una vez que aprenden a jugar no consideran que deben volver a preguntar como jugar. Por último, todos opinan que no es fácil olvidar como se hacen las cosas en el juego, que no se deben usar muchas teclas para jugar y que los audios si dan mucha información útil. De esta manera el nivel de capacidad de aprendizaje en el audiojuego fue del 80.47%, mientras que el faltante fue del 19.53%, el cual se ubica en el indicador de calidad entre 50% - 87.4% con un grado de satisfacción, satisfactorio, de calidad.

## CONCLUSIONES

- Actualmente los estudiantes no videntes debido a la pandemia se encuentran en clases virtuales, por lo que en la Asociación de Invidentes “Milton Vedado” deben adaptar herramientas tecnológicas para que en el proceso educativo de los niños no presenten obstáculos para su aprendizaje. Los profesores utilizan programas de teleconferencia como: Zoom, Microsoft Teams, Google Meet para crear sus clases virtuales, para los materiales didácticos utilizan como medio Word, tratando de crear material accesible y finalmente lector de pantalla JAWS que les permite utilizar el computador.
- Para el desarrollo del audiojuego “Expo-camino” se implementó la metodología SUM, aplicando un total de 9 iteraciones, cada iteración con una duración de una semana, y un total de 15 historias de usuario, obteniendo así 20 tareas de ingeniería asignadas al equipo de desarrollo. Para la construcción del audiojuego se definió una arquitectura en N-capas, y se utilizó el motor de videojuegos Unity con la versión 2020.05, para construir partes de la animación se usó Blender y para añadir efector de audio en 3D la librería Ambeo Orbit. Para almacenar los datos de los usuarios se implementó MySQL como gestor de BD relacional.
- El desarrollo del audiojuego “Expo-camino” una vez finalizada se ha aplicado la encuesta SUMI, la cual consiste en 50 preguntas para medir usabilidad, sin embargo, de su total se ha considerado únicamente 10 que estén orientadas a capacidad de aprendizaje. Mediante la aplicación de esta herramienta, se ha obtenido como resultado que el audiojuego tiene un 80.4% de nivel de capacidad de aprendizaje, el cual permite que el audiojuego sea capaz de ser entendido, aprendido, usado y atractivo para el usuario enfocado en el presente trabajo de integración curricular, según lo definido en la ISO/EIC 25010. La encuesta aplicada a la población objetiva maneja un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar herramientas de gestión de proyectos como Issues de GitLab. Para dar seguimiento a: tareas, errores encontrados, entre otros. Así llevar registro y control de las actividades asignadas a cada participante, disminuyendo retrasos en la entrega de las iteraciones.
- Se recomienda implementar la encuesta de forma presencial y guiada para este tipo de usuarios con discapacidad visual, como también integrar más subcaracterísticas de la usabilidad para facilitar la accesibilidad a más diversidad de jugadores.
- Se recomienda traducir el manual de usuario a un sistema braille, para el usuario final con problemas de visión.
- Se recomienda usar audios en los diálogos con más realismo y profesionalismo, necesariamente grabados en un estudio de audio.
- Se recomienda integrar certificado SSL (Secure Sockets Layer) al dominio que aloja el servidor web de Expo-camino, evitando ataques a los datos de los usuarios para aumentar la seguridad e integridad de sus datos.
- Se recomienda para trabajos futuros integrar funcionalidades que permitan mayor accesibilidad de uso del audiojuego a otros grupos de usuarios finales con distintas discapacidades, funcionalidades como reconocimiento de movimientos y gestos.
- Se recomienda integrar minijuegos como rompecabezas, sopa de letras, etc. En diferentes niveles para así obtener más puntaje y generar mayor diversidad en la mecánica del juego. Esto permite integrar más procesos de aprendizaje en las mecánicas donde una persona con discapacidad visual podrá desarrollar.

## **GLOSARIO**

**Haptic glove:** El un hardware centrado en describir el sentido del tacto en las manos, donde mediante sensores, Wireless y otras tecnologías, permite recibir y captar objetos virtuales como sensación real del tacto (Perret y Poorten, 2018).

**RV:** Terminología conocida como realidad virtual, la cual es una tecnología que permite a una persona percibir un entorno virtual que simula objetos o eventos reales, esta se puede percibir mediante aparatos electrónicos como las gafas Oculus de realidad virtual (Perret y Poorten, 2018).

**NPC:** Siglas en ingles que hacen referencia a los personajes no jugables, los cuales el jugador no podrá controlar, pero si podrá interactuar en el mundo virtual (Luis, 2016).

**Assets:** Son diseños que se puede importar en Unity, este puede incorporar diseño, animación, entre otros. de un personaje, pero tambien puede incorporar objetos y textura para crear el mapa virtual del juego (Unity Technologies, 2017).

**HTTP:** Conocido tambien como protocolo de transferencia de hipertexto, permite la comunicación del front-end de una página web, con el back-end de un servicio web (centrado en la lógica del negocio) mediante peticiones cliente-servidor, estas son comúnmente por medio de Json para el intercambio de datos (Unity Technologies, 2017).

## BIBLIOGRAFÍA

- ACERENZA, Nicolas et al.** Una metodología para desarrollo de videojuegos. *38º JAIIO - Simposio Argentino de Ingeniería de Software (ASSE 2009)* [en línea], 2009. no. Asse 2009, pp. 171–176. [Consulta: 15 May 2021]. Disponible en: <http://www.fing.edu.uy/inco/pedeciba/bibliote/reptec/TR0913.pdf>.
- ADOBE.** Herramienta para analizar el contraste de color | Adobe Color. *adobe* [en línea]. 2021. [Consulta: 20 July 2021]. Disponible en: <https://color.adobe.com/es/create/color-contrast-analyzer>.
- AGUADO-DELGADO, Juan et al.** *Accessibility in video games: a systematic review* [en línea]. S.l.: 2020. s.n. ISBN 0000000205. Disponible en: [https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2\\_profesores/prof23288/publicaciones/UAIS-D-17-00071R1-Editorial\\_Comments.pdf](https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_profesores/prof23288/publicaciones/UAIS-D-17-00071R1-Editorial_Comments.pdf).
- AGUDO, Virginia et al.** Buenas prácticas de accesibilidad en videojuegos. *Ministerio de sanidad, servicios sociales e igualdad*, 2012. vol. 12014.
- ALFAGEME GONZÁLEZ, Begoña & SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, Pedro A.** Aprendiendo habilidades con videojuegos Learning skills with videogames. *Revista Científica de Comunicación y Educación*, 2002. vol. 19, pp. 7. ISSN 1134-3478.
- ALFAGEME-GONZÁLEZ, María Begoña & SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, Pedro A.** Learning skills with videogames. *Comunicar*, 2002. vol. 10, no. 19, pp. 116–118. ISSN 1134-3478. DOI 10.3916/c19-2002-20.
- ARNAU SABATÉS, Laura & SALA ROCA, Josefina.** La revisión de la literatura científica: Pautas, procedimientos y criterios de calidad. *Universidad Autónoma de Barcelona* [en línea], 2020. pp. 1–22. [Consulta: 18 July 2021]. Disponible en: [https://ddd.uab.cat/pub/recdoc/2020/222109/revliltcie\\_a2020.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/recdoc/2020/222109/revliltcie_a2020.pdf).
- ARSA WIDITIARSA & JAKARTA, Indonesia.** Video Games as Tools for Education | Arsa Widitiarsa - Academia.edu. *Journal of Game, Game Art and Gamification* [en línea]. 2018. [Consulta: 15 May 2021]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/332898703\\_Video\\_Games\\_as\\_Tools\\_for\\_Education](https://www.researchgate.net/publication/332898703_Video_Games_as_Tools_for_Education).

- ASSILA, Ahlem et al.** Standardized Usability Questionnaires: Features and Quality Focus. *Journal of Computer Science and Information Technology*, 2016. vol. 6, no. 1, pp. 15–31. ISSN 1985-7721.
- BALSECA, Evelyn.** *Evaluación de Calidad de Productos Software en empresas de desarrollo de Software aplicando la Norma ISO/IEC 25000* [en línea]. S.l.: 2014. Quito, 2015. [Consulta: 15 December 2021]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/9113>.
- BERMEJO, Fernando et al.** Audiojuego con sonidos envolventes: una experiencia preliminar con personas ciegas y con visión normal. *Investigacion en Discapacidad* [en línea], 2016. vol. 5, no. 2, pp. 71–80. [Consulta: 16 May 2021]. Disponible en : <http://www.medigraphic.com/rid>.
- BIBLIOTECA, D.E. et al.** Dirección de Bibliotecas y Recursos para el Aprendizaje y la Investigación. [en línea], 2021. pp. 1–4. [Consulta: 15 February 2021]. Disponible en: <http://biblioteca.esPOCH.edu.ec/Tutoriales/ProyectoTécnicoEspoch.pdf>.
- BLENDER.** About — blender.org. [en línea]. 2020. [Consulta: 9 January 2021]. Disponible en: <https://www.blender.org/about/>.
- CALDERON, & Vega.** *Elaboracion De Una Guia Del Uso De Materiales Didactico Para El Proceso De Enseñanza -Aprendizaje En El Area De La Matematica Para Niños Con Discapacidad Visual Incluidos En El Segundo aÑ}O De Educacion Basica* [en línea]. Cuenca: 2011. s.n. [Consulta: 12 June 2021]. Disponible en: <https://dSPACE.UPS.edu.ec/bitstream/123456789/1403/13/UPS-CT002273.pdf>.
- CALLEJAS-CUERVO, Mauro et al.** Modelos de calidad del software, un estado del arte. *ENTRAMADO*, 2017. vol. 13, no. 1, pp. 236–250. ISSN 19003803. DOI 10.18041/entramado.2017v13n1.25125.
- COCKBURN, Alistair et al.** Manifiesto por el Desarrollo Ágil de Software. *Agilemanifesto.Org* [en línea]. 2014. [Consulta: 24 May 2021]. Disponible en: <https://agilemanifesto.org/iso/es/manifiesto.html>.
- CONADIS.** Estadísticas de Discapacidad – Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades. *Ministerio de salud pública* [en línea]. 2020. [Consulta: 1 June 2021]. Disponible en: <https://www.consejodiscapacidades.gob.ec/estadisticas-de-discapacidad/>.

**CORE, Engine.** ENGINE CORE CONVENCIÓN DE ESTANDARES. *engine core* [en línea], 2019. [Consulta: 19 July 2021]. Disponible en: <http://www.enginecore.com.mx/assets/images/Estandar-Desarrollo-Plataforma-Engine-Core.pdf>.

**DE LOPE, Rafael Prieto et al.** Design methodology for educational games based on interactive screenplays. *CEUR Workshop Proceedings* [en línea]. S.l.: 2015. s.n., pp. 90–101. [Consulta: 10 February 2021]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/279763791\\_Design\\_methodology\\_for\\_educational\\_games\\_based\\_on\\_interactive\\_screenplays](https://www.researchgate.net/publication/279763791_Design_methodology_for_educational_games_based_on_interactive_screenplays).

**DREWES, Thomas M. et al.** Sleuth: An Audio Experience. *ICAD2000*, 2000. pp. 01.

**FEELIF.** Feelifs world. *Creative Heroes* [en línea]. 2018. [Consulta: 1 June 2021]. Disponible en: <https://audiogames.net/db.php?id=Feelifs+world>.

**FERNANDEZ DEL CAMPO, José Enrique.** *La Enseñanza De La Matemática a Los Ciegos* [en línea]. S.l.: 1996. s.n. ISBN 8448400887. Disponible en: [https://sid.usal.es/idocs/F8/FDO1443/enseñanza\\_matematicas\\_ciegos.pdf](https://sid.usal.es/idocs/F8/FDO1443/enseñanza_matematicas_ciegos.pdf).

**FRASCA, Gonzalo.** Videogames of the Oppressed: Videogames as a Means for Critical Thinking and Debate. *School of Literature Communication and Culture* [en línea], 2001. no. April, pp. 04–05. [Consulta: 1 June 2021]. Disponible en: <http://www.ludology.org/articles/thesis/FrascaThesisVideogames.pdf>.

**GÓMEZ, Esther.** La estructura del Storytelling o el arte de contar historias. *Puro Marketing* [en línea]. 2013. [Consulta: 12 June 2021]. Disponible en: <http://blog.tiching.com/los-beneficios-del-storytelling-arte-contar-historias/>.

**GRABSKI, Andreas et al.** Kinaptic - Techniques and insights for creating competitive accessible 3D games for sighted and visually impaired users. *IEEE Haptics Symposium, HAPTICS* [en línea]. S.l.: 2016. IEEE Computer Society, pp. 325–331. [Consulta: 8 January 2021]. ISBN 9781509009039. DOI 10.1109/HAPTICS.2016.7463198. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/301800194\\_Kinaptic\\_-\\_Techniques\\_and\\_insights\\_for\\_creating\\_competitive\\_accessible\\_3D\\_games\\_for\\_sighted\\_and\\_visually\\_impaired\\_users](https://www.researchgate.net/publication/301800194_Kinaptic_-_Techniques_and_insights_for_creating_competitive_accessible_3D_games_for_sighted_and_visually_impaired_users).

**GUANGA.** UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE FILOSOFÍA LETRAS Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS

INTERCULTURALES. [en línea]. 2013. S.l.: [Consulta: 15 May 2021]. Disponible en: <http://8.242.217.84:8080/jspui/bitstream/123456789/4424/1/MONOGRAFIA.pdf>.

**HASSAN, Yussef.** Experiencia de Usuario: Principios y Métodos. *Yusef.Es* [en línea], 2015. pp. 139. [Consulta: 15 December 2021]. Disponible en: [www.yusef.esTodoslosderechosreservados,2015EstelibrohasidoescritousandoCalmlyWriter](http://www.yusef.esTodoslosderechosreservados,2015EstelibrohasidoescritousandoCalmlyWriter).

**HERNANDEZ, Juan et al.** Taxonomía del videojuego: un planteamiento por géneros. *Sociedad Latina de Comunicación Social* [en línea]. 2015. [Consulta: 27 June 2021]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/308983850\\_Taxonomia\\_del\\_videojuego\\_un\\_planteamiento\\_por\\_generos](https://www.researchgate.net/publication/308983850_Taxonomia_del_videojuego_un_planteamiento_por_generos).

**HERNÁNDEZ PAEZ, Andy et al.** Arquitectura de software para el desarrollo de videojuegos sobre el motor de juego Unity 3D. *I+D Tecnológico* [en línea], 2018. vol. 14, no. 1, pp. 54–65. [Consulta: 3 July 2021]. ISSN 1680-8894. DOI 10.33412/idt.v14.1.1803. Disponible en : <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/id-tecnologico/article/view/1803/pdf>.

**ISO/IEC 25010.** Usabilidad. *ISO/IEC 25010* [en línea]. 2014. [Consulta: 9 January 2021]. Disponible en: <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010/23-usabilidad>.

**JONATHAN, Calvache.** El Sonido Envolvente VS El Audio 3D Binaural – IAVQ. *iavq* [en línea]. 2019. [Consulta: 15 May 2021]. Disponible en: <https://www.iavq.edu.ec/el-sonido-envolvente-vs-el-audio-3d-binaural/>.

**KERSEY, Nick.** Winery WBS | Editable Work Breakdown Structure Template on Creately. *creately* [en línea]. 2020. [Consulta: 18 July 2021]. Disponible en: [https://creately.com/diagram/example/hu94ez6m/Video Game WBS](https://creately.com/diagram/example/hu94ez6m/Video%20Game%20WBS).

**KIRAKOWSKI, Jurak.** SUMI Background Reading. *What is sumi?* [en línea]. 1999. [Consulta: 16 August 2021]. Disponible en: <https://sumi.uxp.ie/about/sumipapp.html>.

**LÓPEZ, Cristian.** El videojuego como herramienta educativa. Posibilidades y problemáticas acerca de los serious games. [en línea]. 2016. [Consulta: 16 February 2021]. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-61802016000200010&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-61802016000200010&script=sci_arttext).

**LÓPEZ RAVENTOS, Cristian.** El videojuego como herramienta educativa. Posibilidades y problemáticas acerca de los serious games The video game as an educational tool.

Possibilities and problems about Serious Games López Raventós. *Revista Apertura* [en línea], 2016. vol. 8, no. 1, pp. 1–10. [Consulta: 15 February 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/688/68845366010.pdf>.

**MARTINEZ, Bernardita.** *Acompañamiento y estrategias para estudiantes ciegos durante la pandemia" - YouTube* [en línea]. 2021. Youtube. [Consulta: 12 June 2021]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=2liZ1EUFuqo&list=FLhIp10ZG8-pN0FLCQGQ5eUg>.

**MIKE BATCHELOR.** GamesIndustry.biz presents... The Year in Numbers 2020. *gamesindustry* [en línea]. 2020. [Consulta: 1 June 2021]. Disponible en: <https://www.gamesindustry.biz/articles/2020-12-21-gamesindustry-biz-presents-the-year-in-numbers-2020>.

**PERRET, Jérôme & POORTEN, Emmanuel vander.** Touching virtual reality: A review of haptic gloves. *ACTUATOR 2018 - 16th International Conference and Exhibition on New Actuators and Drive Systems, Conference Proceedings* [en línea]. S.l.: 2018. s.n., pp. 270–274. [Consulta: 15 February 2021]. ISBN 9783800746750. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8470813>.

**PRESSMAN, Roger & MAXIM, Bruce.** Software engineering. *U.S. woman engineer*, 2015. vol. 37, no. 2, pp. 7–11. ISSN 02727838. DOI 10.1145/311963.312025.

**RIVERO, Ivana Verónica.** The game and the players: Traces in Huizinga and Caillois. *Enrahonar. Quaderns de filosofia* [en línea], 2016. vol. 56, pp. 49. [Consulta: 1 June 2021]. ISSN 0211-402X. DOI 10.5565/rev/enrahonar.663. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5565/rev/enrahonar.663>.

**ROGER S. PRESSMAN.** Ingeniería Del Software I. *Ingeniería Del Software I*, 2012. pp. 1–44.

**RUEDA, Luis.** Narración y pedagogía: elementos epistemológicos, antecedentes Narración y pedagogía: elementos epistemológicos, antecedentes y desarrollos de la pedagogía narrativa y desarrollos de la pedagogía narrativa Citación recomendada Citación recomendada. *Actualidades Pedagógicas* [en línea]. 2013. S.l.: [Consulta: 12 June 2021]. Disponible en: <https://ciencia.lasalle.edu.co/ap>.

**SEDEÑO, Ana.** Videojuegos como dispositivos culturales: las competencias espaciales en educación - Dialnet. 2010. 2010. 7 January 2010. pp. 186,187,188.

**SENNHEISER.** AMBEO Binaural Music Immersive Audio by Sennheiser. *SENNHEISER* [en línea]. 2016. [Consulta: 1 June 2021]. Disponible en : <https://en-us.sennheiser.com/ambeo-application-binaural>.

**SHILKROT, Roy et al.** Fingerreader: A wearable device to explore printed text on the go. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*. S.l.: 2015. Association for Computing Machinery, pp. 2363–2372. ISBN 9781450331456. DOI 10.1145/2702123.2702421.

**TAGUENCA BELMONTE, Juan Antonio & VEGA BUDAR, Ma. del Rocio.** Técnicas de investigación social Las entrevistas abierta y semidirectiva. *Nueva Época* [en línea], 2012. vol. 1, no. 1, pp. 1870–7289. [Consulta: 18 July 2021]. Disponible en: [https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/7465/tecnicas\\_de\\_investigacion\\_social\\_-\\_las\\_entrevistas\\_abiertas\\_y\\_semidirectivas.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/7465/tecnicas_de_investigacion_social_-_las_entrevistas_abiertas_y_semidirectivas.pdf).

**UNITY TECHNOLOGIES.** What's new in Unity 5.6. *unity* [en línea]. 2017. [Consulta: 9 January 2021]. Disponible en: <https://unity3d.com/es/unity/whats-new/2020.2.1>.

**VARGAS SIERRA, Chelo.** La evaluación de la usabilidad de un sistema de memoria de traducción. *Quaderns de Filologia - Estudis Lingüístics*, 2019. vol. 24, no. 24, pp. 119. ISSN 1135-416X. DOI 10.7203/qf.24.16302.

**YATES, Ricardo Baeza.** UBICUIDAD Y USABILIDAD. [en línea], 2002. pp. 42–43. [Consulta: 15 December 2021]. Disponible en: <http://www.dcc.uchile.cl/~rbaeza/inf/usabilidad.html>.

**ZAPATA-ROS, Miguel.** Teorías y modelos sobre el aprendizaje en entornos conectados y ubicuos. Bases para un nuevo modelo teórico a partir de una visión crítica del “conectivismo.” *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 2015. vol. 16, no. 1, pp. 69. ISSN 2444-8729. DOI 10.14201/eks201516169102.

## ANEXOS

### ANEXO A: Entrevista para el análisis del aprendizaje en niños no videntes.



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA EN SOFTWARE

#### Entrevista - Preguntas de investigación:

¿Cómo captan de mejor forma la información los niños no videntes, cuando aprenden?

¿En qué entornos el niño no vidente tiene mayor concentración?

¿Con que métodos o técnicas, aprende operaciones matemáticas el niño no vidente?

¿De qué forma el docente utiliza herramientas como el Abaco para enseñar matemática en un nivel avanzado?

¿Cómo es el proceso de enseñanza para que el niño no vidente aprenda historias del Ecuador?

¿Qué herramientas tecnológicas (Tics) que usted conoce, permite integrarse en la formación académica?

¿Qué tan usables son las herramientas tecnológicas para un niño no vidente o con un grado de visión?

¿El niño no vidente cuanto depende de terceras personas para usar una herramienta tecnológica?

¿Los niños no videntes han utilizado videojuego o audiojuego, para reforzar conocimientos académicos?

¿Si un software se usa por medio de sonido envolvente (sonido 3D) y por comandos de voz, esto causaría baja concentración o desempeño en el aprendizaje?

¿Cuánta dificultad presentan los niños no videntes al usar softwares educativos y si el contenido que dispone este lo puede comprender?

**ANEXO B:** Encuesta centrada en la capacidad de aprendizaje para medir usabilidad.

ENCUESTA



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA EN SOFTWARE

**Escala:** De acuerdo, indeciso, en desacuerdo.

**Encuesta – Usabilidad del audiojuego centrado en la capacidad de aprendizaje:**

Indicador	Nº	Ítem
Capacidad de aprendizaje (Learnability)	1	Aprender a usar este el juego “Expo-camino” al principio, presento muchos problemas.
	2	Se tarda demasiado tiempo en aprender las funciones del juego “Expo-camino”.
	3	La documentación del juego “Expo-camino” da mucha información útil.
	4	Prefiero utilizar las facilidades que conozco mejor.
	5	Hay que aprender mucho, antes de poder utilizar el juego “Expo-camino”.
	6	Sigues teniendo que preguntar cómo jugar el audiojuego.
	7	Es difícil aprender a usar nuevas funciones.
	8	Nunca aprenderás a usar todo lo que se ofrece el juego “Expo-camino”
	9	Es fácil olvidar como se hacen las cosas con el juego “Expo-camino”.
	10	La mayoría de las veces que uso este juego no necesito pedir ayuda.

**Fuente:** (Kirakowski, 1999)

**Realizado por:** Andino A.; Barahona J., 2021

**ANEXO C:** Hojas de gestión de riesgo

**Tabla 1:** Hoja de gestión para el R01

<b>HOJA DE GESTIÓN DE RIESGO</b>			
<b>Id Riesgo:</b> R01		<b>Fecha:</b> 07/06/2021	
<b>Probabilidad:</b> 70% Media Valor: 3	<b>Impacto:</b> Moderado Valor: 2	<b>Exposición:</b> Alta Valor: 6	<b>Prioridad:</b> Alta
<b>Descripción:</b> Los requerimientos pueden ser ambiguos o incompletos			
<b>Refinamiento <u>Causas:</u></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Falta de estudio de necesidades de los niños y su proceso de aprendizaje</li> <li>Falta tiempo para determinar los requerimientos.</li> </ul>			
<b><u>Consecuencias:</u></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Retraso en la planificación</li> <li>Retraso en la asignación de tareas a cada uno del personal, perdida de dinero.</li> </ul>			
<b>Reducción:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reunirse todas las partes interesadas para llegar a un acuerdo de los requerimientos</li> <li>Actuar para reducir esta causa antes de que empiece el proyecto</li> <li>Organizar equipos de trabajo para que cada requerimiento sea conocida por todos los interesados.</li> <li>Definir estándares de documentación y controlar el cumplimiento de su uso.</li> </ul>			
<b>Supervisión:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Relaciones interpersonales con los niños y profesor</li> <li>Comprobar que los estándares de documentación se estén cumpliendo</li> </ul>			
<b>Gestión:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis previos de todos los requerimientos</li> <li>Entrevistas constantes con el profesor y el cliente</li> <li>El jefe del Proyecto puede volver a asignar los recursos y reajustar la planificación</li> <li>Los integrantes pueden familiarizarse rápidamente con los nuevos cambios de los requerimientos.</li> </ul>			

<p><b>Estado actual:</b></p> <p>Fase de reducción inicial</p> <p><b>Responsables:</b></p> <p>Ivonne Barahona</p> <p>Alex Andino</p>
---

**Realizado por:** Andino A.; Barahona J., 2021

**Tabla 2:** Hoja de gestión para el R08

HOJA DE GESTIÓN DE RIESGO			
<b>Id Riesgo:</b> R08		<b>Fecha:</b> 14/06/2021	
<b>Probabilidad:</b> 60% Media Valor: 7	<b>Impacto:</b> Moderado Valor: 5	<b>Exposición:</b> Alta Valor: 6	<b>Prioridad:</b> Alta
<b>Descripción:</b> Es necesario realizar un mejor estudio de usabilidad para el audiojuego			
<b>Refinamiento <u>Causas:</u></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>No se conocieron todas las necesidades de los niños para usar los dispositivos</li> <li>No se implementó correctamente las funcionalidades para la jugabilidad</li> </ul>			
<b>Consecuencias:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Se dificulta poder jugar para los niños y pierden el interés de usarlo</li> </ul>			
<b>Reducción:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Conocer cuáles son las necesidades de los niños para jugar un videojuego</li> </ul>			
<b>Supervisión:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Las funcionalidades deben cumplir el objetivo de jugabilidad</li> </ul>			

<p><b>Gestión:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis previos de todos los requerimientos</li> <li>• Entrevistas constantes con el profesor y niños</li> <li>• Los integrantes pueden familiarizarse rápidamente con los nuevos cambios de los requerimientos.</li> </ul>
<p><b>Estado actual:</b> <b>Fase de reducción inicial</b></p>
<p><b>Responsables:</b> Ivonne Barahona Alex Andino</p>

Realizado por: Andino A.; Barahona J., 2021

**Tabla 3:** Hoja de gestión para el R09

<b>HOJA DE GESTIÓN DE RIESGO</b>			
<b>Id Riesgo:</b> R09		<b>Fecha:</b> 14/06/2021	
<b>Probabilidad:</b> 70% Media Valor: 8	<b>Impacto:</b> Moderado Valor: 6	<b>Exposición:</b> Alta Valor: 7	<b>Prioridad:</b> Alta
<b>Descripción:</b> Es necesario obtener más conocimiento para el desarrollo del audiojuego			
<b>Refinamiento <u>Causas:</u></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El conocimiento de implementación se complica para los desarrolladores.</li> <li>• Falta de capacitación a tiempo para los desarrolladores.</li> </ul>			
<b>Consecuencias:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Retraso en la planificación</li> </ul>			
<b>Reducción:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Actuar para reducir esta causa antes de que empiece el proyecto.</li> </ul>			

<p><b>Supervisión:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoreo constante para medir la calidad del software.</li> </ul>
<p><b>Gestión:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer cuáles son los conocimientos de cada desarrollador y cuáles son las que necesitan de capacitaciones.</li> </ul>
<p><b>Estado actual:</b> <b>Fase de reducción inicial</b></p>
<p><b>Responsables:</b> Ivonne Barahona Alex Andino</p>

**Realizado por:** Andino A.; Barahona J., 2021

**Tabla 4:** Hoja de gestión para el R10

<b>HOJA DE GESTIÓN DE RIESGO</b>			
<b>Id Riesgo:</b> R10		<b>Fecha:</b> 07/06/2021	
<b>Probabilidad:</b> 70% Alta Valor: 8	<b>Impacto:</b> Alta Valor: 6	<b>Exposición:</b> Alta Valor: 7	<b>Prioridad:</b> Muy Alta
<b>Descripción:</b> Un miembro del equipo de desarrollo sufre una enfermedad.			
<b>Refinamiento <u>Causas:</u></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El contagio del Covid-19 u otras enfermedades.</li> <li>• Contagio de otras enfermedades o accidente físico.</li> </ul>			
<b>Consecuencias:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Retraso en cumplir las actividades.</li> <li>• Demora en el proyecto a desarrollar.</li> </ul>			

**Reducción:**

- Tomar medidas de seguridad.
- Comunicar al grupo de desarrollo para suplantar el puesto.
- Encargar y explicar a otro miembro del equipo la tarea asignada.

**Supervisión:**

- Comunicación constante con el director del equipo y alertar si se presenta algún síntoma.

**Gestión:**

- Establecer medidas de suplantación de cargo y tareas de cada integrante del equipo de desarrollo.

**Estado actual:****Fase de reducción inicial****Responsables:**

Ivonne Barahona

Alex Andino

**Realizado por:** Andino A.; Barahona J., 2021

**ANEXO D:** Planificación de las actividades.

**Tabla 1:** Planificación de actividades con su estimación.

<b>ID iteración</b>	<b>Tareas</b>	<b>Fecha inicio</b>	<b>puntos estimados</b>
Iteración 1	Especificar las características del audiojuego	7/6/2021	3
	Diseñar el prototipo de las escenas a nivel general		3
	Especificar el estándar de interfaces y codificación		5
	diseñar el bosquejo del mundo virtual y ruta del juego para cada nivel		13
	Diseñar la arquitectura de la aplicación		8
	Diseñar la base de datos		8
<b>TOTAL</b>			<b>40</b>
Iteración 2	<b>DC1. Interfaz gráfica de usuario (GUI)</b>	14/6/2021	
	<b><i>DC1.1. Menú principal</i></b>		13
	DC1.1.1. Desarrollo		
	DC1.1.2. Implementación		
	DC1.1.3 Pruebas unitarias		
	<b><i>DC1.2. Menú de configuración</i></b>		5
	DC1.2.1. Desarrollo		
	DC1.2.2. implementación		
	DC1.2.3 Pruebas unitarias		
	<b><i>DC1.3. Menú de pausa</i></b>		3
	DC1.3.1. Desarrollo		
	DC1.3.2. implementación		
	DC1.3.3 Pruebas unitarias		
	<b><i>DC1.4. Tabla de posiciones</i></b>		13
	DC1.4.1. Desarrollo		
	DC1.4.2. Implementación		
	DC1.4.3 Pruebas unitarias		
	<b><i>DC1.5. Vidas, texto dialogo, tiempo</i></b>		2
	DC1.5.1. Desarrollo		
	DC1.5.2. Implementación		
	DC1.5.3 Pruebas unitarias		
	<b><i>DC1.6. Pruebas</i></b>		2
	DC1.6.1. pruebas de integración		
<b>TOTAL</b>			<b>40</b>
Iteración 3	<b>DC2. Sistema de control del jugador</b>	21/6/2021	
	<b><i>DC2.1. Sistema movimiento del jugador</i></b>		13
	DC2.1.1. Desarrollo		

	DC2.1.2. Implementación		
	DC2.1.3 Pruebas unitarias		
	<b>DC2.2. Personaje virtual del jugador</b>		8
	DC2.2.1. Desarrollo		
	DC2.2.2. Implementación		
	DC2.2.3. Pruebas unitarias		
	<b>DC2.3. Sistema de animación jugador</b>		8
	DC2.3.1. Desarrollo		
	DC2.3.2. Implementación		
	DC2.3.3 Pruebas unitarias		
	<b>DC3. Sistemas de cámara del jugador</b>		
	<b>DC3.1. Cámara seguimiento jugador</b>		8
	DC3.1.1. Desarrollo		
	DC3.1.2. Implementación		
	DC3.1.3 Pruebas unitarias		
	<b>DC3.2 Pruebas</b>		3
	DC3.2.1. pruebas de integración		
<b>TOTAL</b>			<b>40</b>
Iteración 4	<b>DC4. Sistema de personas no jugables (NPCs)</b>	28/6/2021	
	<b>DC4.1. Sistema activación con jugador</b>		20
	DC4.1.1. Desarrollo		
	DC4.1.2. Implementación		
	DC4.1.3. Implementación con IA		
	DC4.1.4. Pruebas unitarias		
	<b>DC4.2. Sistema de disminución vida y tiempo</b>		13
	DC4.2.1. Desarrollo		
	DC4.2.2. Implementación		
	DC4.2.3. Pruebas unitarias		
	<b>DC4.3 Pruebas</b>		8
	DC4.3.1. Pruebas de integración		
<b>TOTAL</b>			<b>40</b>
Iteración 5	<b>DC5. Sistema de narrativa y dialogo por voz</b>	5/7/2021	
	<b>DC5.1. Sistema de dialogo por párrafo</b>		13
	DC5.1.1. Desarrollo		
	DC5.1.2. Implementación		
	DC5.1.3. Pruebas unitarias		
	<b>DC5.2. Sistema de voz asignada al párrafo</b>		8
	DC5.2.1. Desarrollo		
	DC5.2.2. Implementación		

	DC5.2.3. Pruebas unitarias		
	<b>DC.6. Sistema de acciones por comandos de voz</b>		
	<b>DC.6.1. Sistema entrada de audio</b>		8
	DC.6.1.1. Desarrollo		
	DC.6.1.2. Implementación		
	DC.6.1.3. Pruebas unitarias		
	<b>DC.6.2. Controlador del diccionario de comandos</b>		8
	DC.6.2.1. Desarrollo		
	DC.6.2.2. Implementación		
	DC.6.2.3. Pruebas unitarias		
	<b>DC.6.3. Pruebas</b>		3
	DC6.3.1. Pruebas de Integración		
<b>TOTAL</b>			<b>40</b>
Iteración 6	<b>DC7. Sistema de vida</b>	12/7/2021	13
	DC.7.1. Desarrollo		
	DC.7.2. Implementación		
	DC.7.3. Pruebas unitarias		
	<b>DC.8. Puntos de referencia</b>		
	<b>DC.8.1. Sistema de referencias en movimiento</b>		13
	DC.8.1.1. Desarrollo		
	DC.8.1.2. Implementación		
	DC.8.1.3. Pruebas unitarias		
	<b>DC.8.2. Sistema de referencias estáticos</b>		13
	DC.8.2.1. Desarrollo		
	DC.8.2.2. Implementación		
	DC.8.2.3. Pruebas unitarias		
	<b>DC.8.3. Pruebas</b>		1
	DC.8.3.1. Pruebas de integración		
<b>TOTAL</b>			<b>40</b>
Iteración 7	<b>DC.9. Sistema de misiones</b>	19/7/2021	
	<b>DC.9.1. Misiones requeridas</b>		13
	DC.9.1.1. Desarrollo		
	DC.9.1.2. Implementación		
	DC.9.1.3. Pruebas unitarias		
	<b>DC.9.2. Misiones opcionales</b>		5
	DC.9.2.1. Desarrollo		
	DC.9.2.2. Implementación		
	DC.9.2.3. Pruebas unitarias		
	<b>DC.10. Sistema de checkpoint</b>		20
	DC.10.1. Desarrollo		

	DC.10.2. Implementación		
	DC.10.3. Pruebas unitarias		
	<b>DC.10.4. Pruebas</b>		2
	DC.10.4.1. Pruebas de integración		
<b>TOTAL</b>			<b>40</b>
Iteración 8	<b>DC.11. Sonido</b>	26/7/2021	
	<b>DC.11.1. Efectos de sonido del personaje en 3D</b>		8
	DC.11.1.1. Desarrollo		
	DC.11.1.2. Implementación		
	DC.11.1.3. Pruebas unitarias		
	<b>DC.11. 2. Sonidos ambientales</b>		5
	DC.11.2.1. Desarrollo		
	DC.11.2.2. Implementación		
	DC.11.2.3. Pruebas unitarias		
	<b>DC.11.3. Efectos de sonido de los NPCs en 3D</b>		8
	DC.11.3.1. Desarrollo		
	DC.11.3.2. Implementación		
	DC.11.3.3. Pruebas unitarias		
	<b>DC.11.4. Efectos de sonido de objetos estáticos en 3D</b>		5
	DC.11.4.1. Desarrollo		
	DC.11.4.2. Implementación		
	DC.11.4.3. Pruebas unitarias		
	<b>DC.12. Desarrollo del tutorial</b>		
	<b>DC.12.1. Guía teclados para movilidad</b>		13
	DC.12.1.1. Desarrollo		
	DC.12.1.2. Implementación		
	DC.12.1.3. Pruebas unitarias		1
	<b>DC.12.2. Pruebas</b>		
<b>Total</b>			<b>40</b>
Iteración 9	<b>DC.13. Variación de dificultad</b>	02/8/2021	
	<b>DC.13.1 Incremento de dificultad</b>		13
	DC.13.1.1 Desarrollo		
	DC.13.1.2 Implementación		
	DC.13.1.3 Pruebas unitarias		
	<b>DC.14. Pruebas beta</b>		
	<b>DC.14.1 Asignación de beta testers</b>		5
	<b>DC.14.2. Disponer del audiojuego y evaluar</b>		8
	<b>DC.14.3. Recopilación de errores encontrados</b>		5

	<i>DC.14.4. Corrección de errores</i>		8
	<b>DC.15. Cierre del proyecto</b>		
	<i>DC.15.1. Generación del ejecutable</i>		1
<b>Total</b>			<b>40</b>
<b>TOTAL</b>			<b>360 puntos</b>

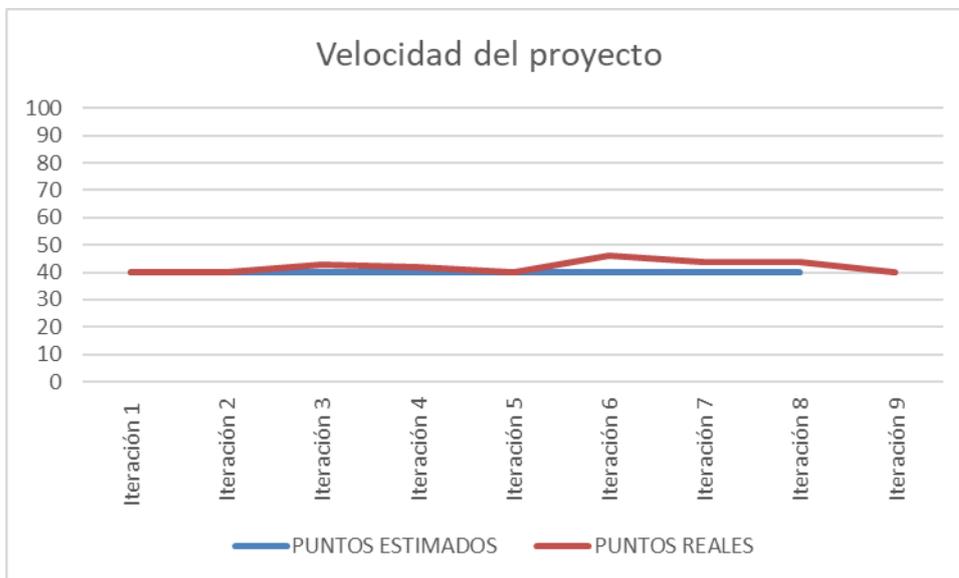
Realizado por: Andino A.; Barahona J., 2021

**Tabla 2:** Valoración entre puntos estimados y puntos reales

<b>ITERACIÓN</b>	<b>PUNTOS ESTIMADOS</b>	<b>PUNTOS REALES</b>
Iteración 1	40	40
Iteración 2	40	40
Iteración 3	40	43
Iteración 4	40	42
Iteración 5	40	40
Iteración 6	40	46
Iteración 7	40	44
Iteración 8	40	44
Iteración 9		40

Realizado por: Andino A.; Barahona J., 2021

### Velocidad del proyecto

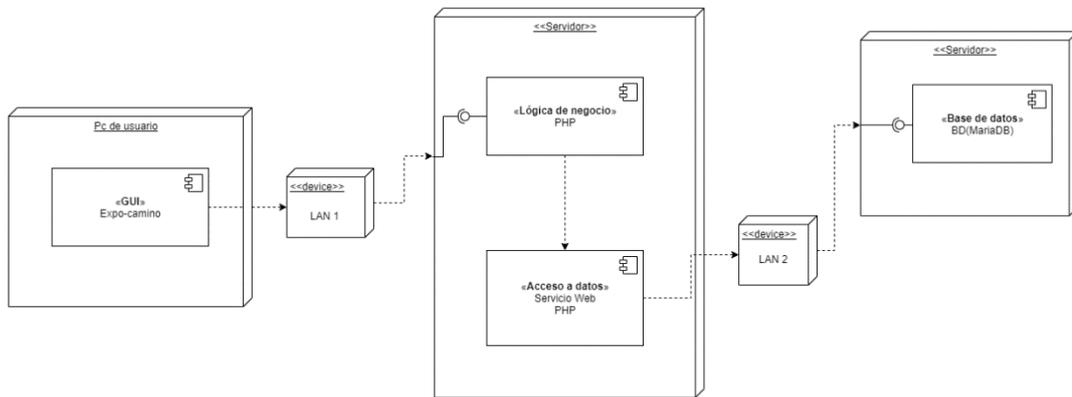


**Figura 1:** Velocidad del proyecto estimamos vs real.

Realizado por: Andino A.; Barahona J., 2021

**ANEXO E:** Diseño del diagrama de despliegue, selección del Asset de personajes y prototipos de alta fidelidad.

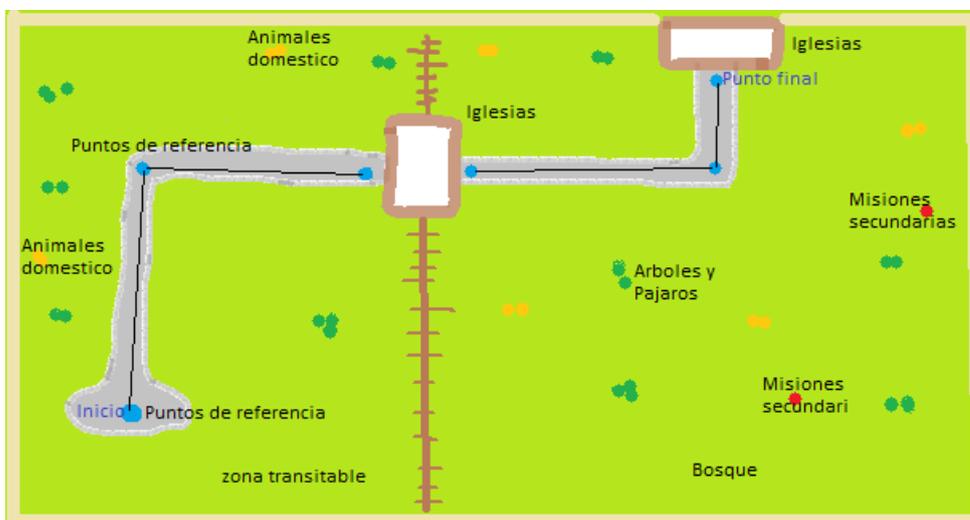
**Diagrama de despliegue para describir la comunicación entre el hardware y software**



**Figura 1:** Diagrama de despliegue

Realizado por: Andino A.; Barahona J., 2021

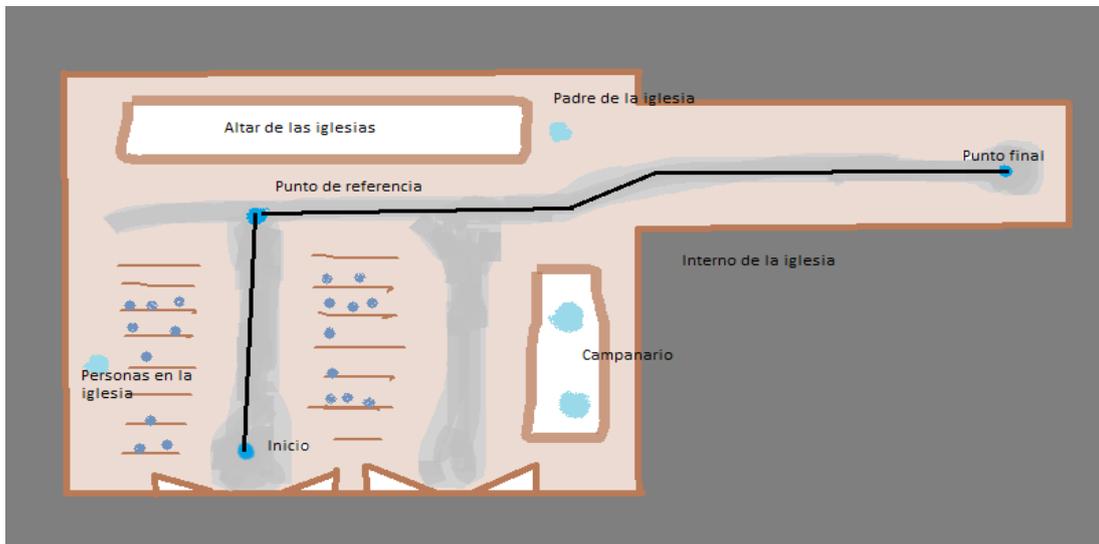
**Esbozo del exterior o mapa general en el mundo virtual**



**Figura 2.** Esbozo mundo virtual

Realizado por: Andino A.; Barahona J., 2021

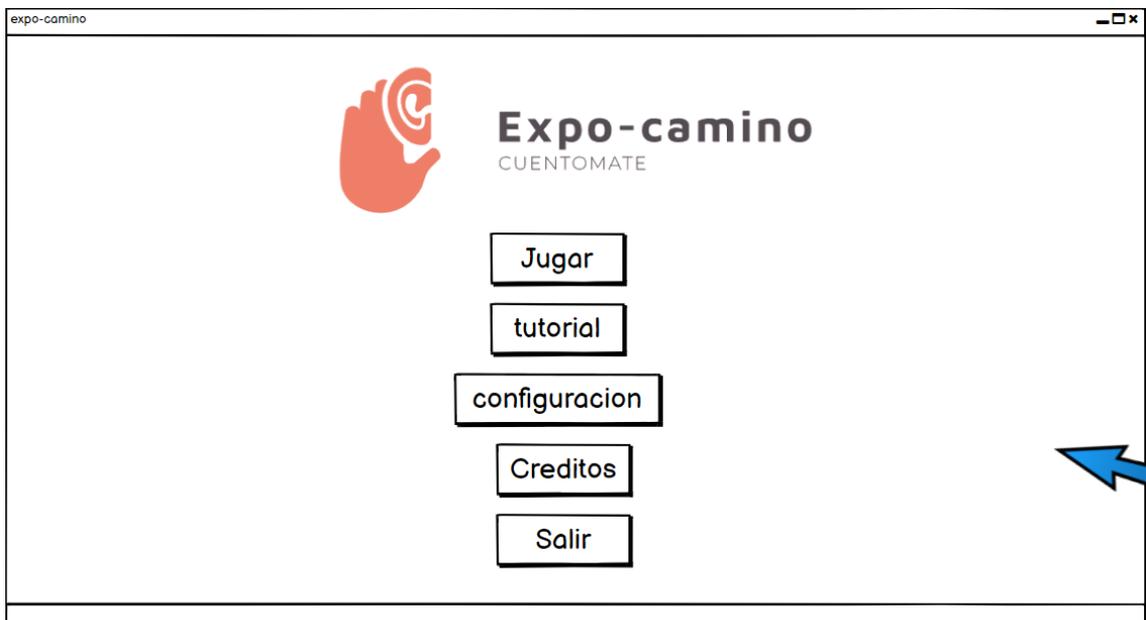
## Esbozo del interior de la iglesia



**Figura 3.** Esbozo interior catedral

Realizado por: Andino A.; Barahona J., 2021

## Prototipo de la interfaz de los menús.



**Figura 4.** Prototipo de la interfaz del menú principal.

Realizado por: Andino A.; Barahona J., 2021



**Figura 5.** Prototipo de la interfaz del menú de configuración

**Realizado por:** Andino A.; Barahona J., 2021



**Figura 6.** Prototipo de la interfaz de cambio de nivel

**Realizado por:** Andino A.; Barahona J., 2021

## Prototipo de la interfaz de la tabla de clasificación.



**Figura 7.** Prototipo de la interfaz de resultados del nivel final

**Realizado por:** Andino A.; Barahona J., 2021



**Figura 8.** Prototipo de la interfaz de clasificación de puntaje

**Realizado por:** Andino A.; Barahona J., 2021

## Prototipo de la interfaz general integrada en el mundo virtual.

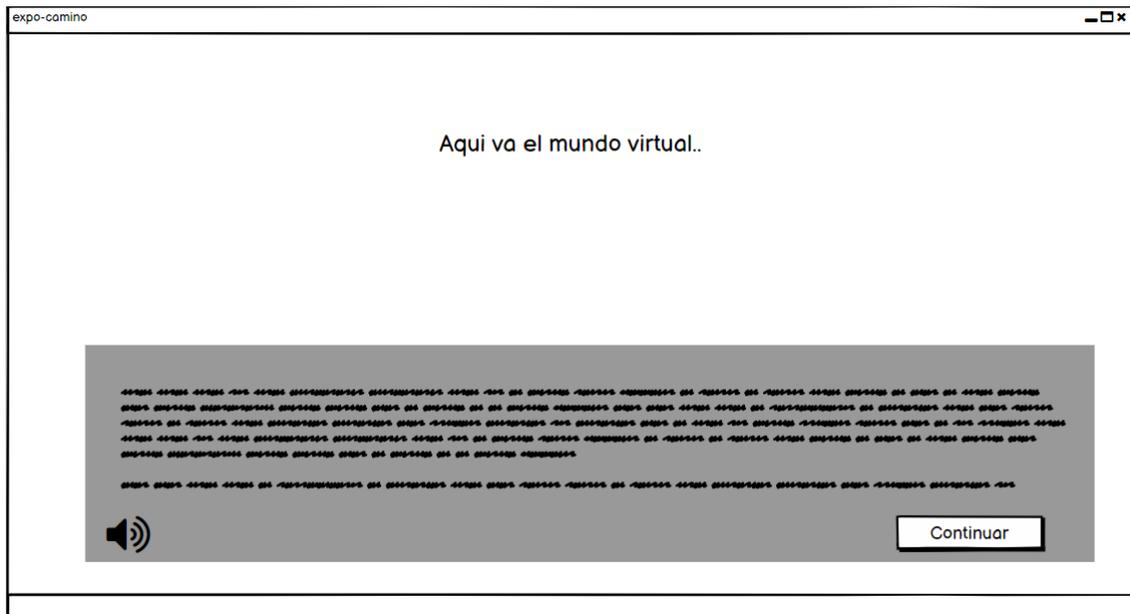


Figura 9. Prototipo de la interfaz tutorial.

Realizado por: Andino A.; Barahona J., 2021

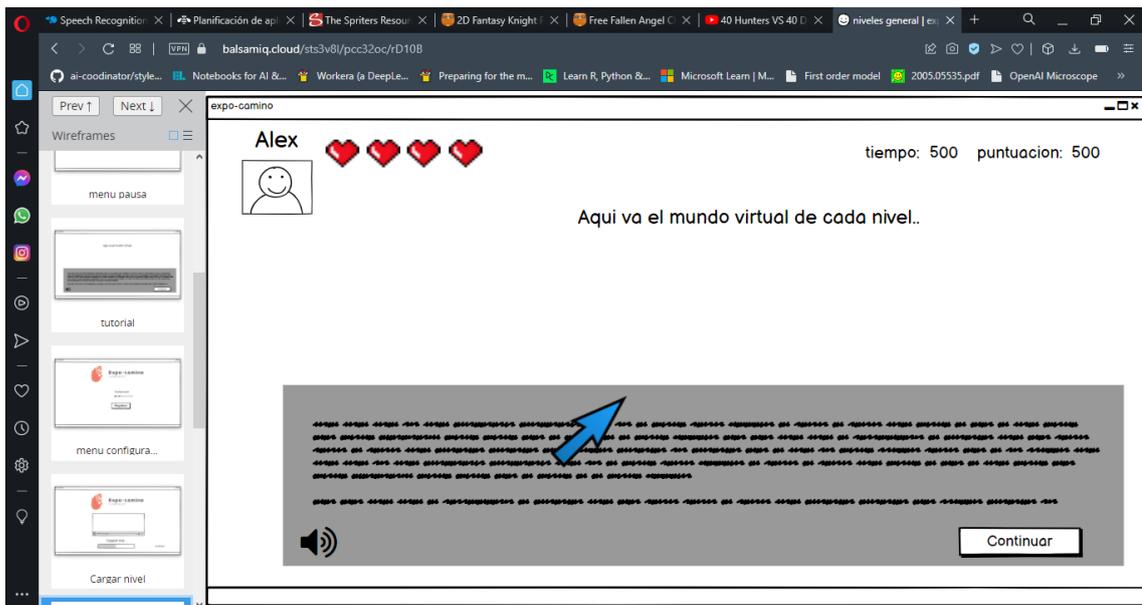
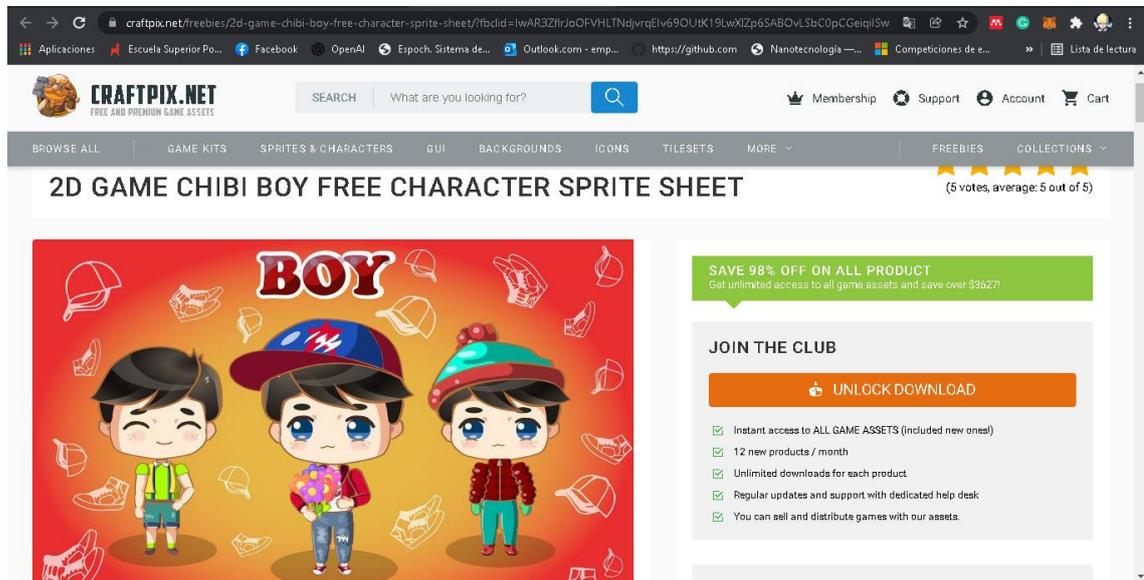


Figura 10. Prototipo de la interfaz de general para niveles

Realizado por: Andino A.; Barahona J., 2021

## Selección del Asset en 2D del personaje principal en la plataforma web craftpix basado en la historia del audiojuego



**Figura 11.** Asset del personaje principal en 2D

**Realizado por:** Andino A.; Barahona J., 2021

**ANEXO F:** Diccionario de datos.

**Tabla 1:** Datos del usuario (Player)

<b>Nombre:</b> usuario				
<b>Descripción:</b> Datos del usuario que se registra en el audiojuego “expo-camino”.				
<b>Nombre del campo</b>	<b>Tipo de dato y tamaño</b>	<b>descripción</b>	<b>NULL</b>	<b>Valor permitido del dato</b>
id_usuario (PK)	bigint (20)	Código único de cada usuario registrado	no	Valor auto incrementable
Nombre_usuario	varchar (50)	Nombre o nick del usuario	no	Cualquier valor, tanto número [0-9] o letras ABC
fecha_ingreso	Timestamp	Fecha de registro del usuario	No	Permite ingresar formato: aaaa-mm-dd hh:mm: ss
clasificacion_puntuacion	Numeric (50)	Posición ascendente de cada jugador, respecto al puntaje obtenido al finalizar el juego	no	Permite únicamente números enteros positivos

**Realizado por:** Andino A.; Barahona J., 2021

**Tabla 2:** datos de las preguntas

<b>Nombre:</b> pregunta				
<b>Descripción:</b> Datos de las preguntas generadas para cada nivel, con su puntaje y respuesta.				
<b>Nombre del campo</b>	<b>Tipo de dato y tamaño</b>	<b>descripción</b>	<b>NULL</b>	<b>Valor permitido del dato</b>
id_pregunta (PK)	bigint (20)	Código único de cada pregunta	No	Valor auto incrementable
pregunta	varchar (300)	Formulación de la pregunta	No	Cualquier valor, tanto [A-Z   a-z] con [0-9].
respuesta	Int	Respuesta a la pregunta formulada	No	Permite valores numéricos [0-9], [A-Z   a-z] y signos especiales de matemática (+, -, *, /)
fk_nivel (FK)	Int	Clave foránea, que permite la relación entre el nivel y las preguntas	No	Permite únicamente números enteros existentes en la tabla nivel

**Realizado por:** Andino A.; Barahona J., 2021

**Tabla 3: Datos del nivel**

<b>Nombre:</b> nivel				
<b>Descripción:</b> registra los datos de cada nivel implementado con cada componente integrado.				
<b>Nombre del campo</b>	<b>Tipo de dato y tamaño</b>	<b>descripción</b>	<b>NULL</b>	<b>Valor permitido del dato</b>
id_nivel (PK)	bigint (20)	Código único de cada nivel	No	Valor auto incrementable
nombre_nivel	varchar (50)	Nombre del nivel	No	Cualquier valor, tanto [A-Z   a-z] + [0-9].
descripción_nivel	varchar (150)	Descripción de las características generales del nivel	No	Permite valores [A-Z   a-z] integrando [0-9]
puntos_dialogo	Int	Número de puntos de encuentro en cada nivel	No	Permite únicamente números enteros [0-9]

**Realizado por:** Andino A.; Barahona J., 2021

**Tabla 4:** Datos de usuario\_nivel

<b>Nombre:</b> usuario_nivel				
<b>Descripción:</b> registra cada check point tomado por el jugador, donde permite posteriormente guardar partida y cargar los datos cuando inicie sesión el mismo jugador.				
<b>Nombre del campo</b>	<b>Tipo de dato y tamaño</b>	<b>descripción</b>	<b>NULL</b>	<b>Valor permitido del dato</b>
id_usuario_nivel (PK)	bigint (20)	Código único de cada usuario_nivel	No	Valor auto incrementable
check_point_x	float	Número que registra la posición X en un plano de 2D	No	Cualquier valoren formato [+ o -]+ [0-9]+ [,]+ [0-9].
check_point_y	float	Número que registra la posición Y en un plano de 2D	No	Cualquier valoren formato [+ o -]+ [0-9]+ [,]+ [0-9].
tiempo_nivel	float	La cantidad de tiempo en completar el nivel	No	Permite únicamente números enteros [0-9]+ [,]+ [0-9]
num_repeticion	Int	Cantidad de vidas para realizar un nuevo intento	No	Permite únicamente números enteros [0-9]
puntuación_nivel	Int	Puntos obtenidos en el nivel completado	No	Permite únicamente números enteros [0-9]
num_respuestas_fallidas	Int	Cantidad de respuestas fallidas en el nivel	No	Permite únicamente números enteros [0-9]
distancia_recorrida	Int	Distancia recorrida en el nivel en unidades de m	No	Permite únicamente números enteros [0-9]
estado	tinyint (1)	Estado del nivel, esto puede ser 0 para completo o cualquier número como en progreso	No	Permite un [0] si es falso o [1-9] si es verdadero
id_usuario (FK)	Int	Código que identifica el usuario y su avance en el juego	No	Numero entero positivo [0-9]
id_nivel (FK)	Int	Código que identifica en el nivel que guarda los datos	No	Numero entero positivo [0-9]

**Realizado por:** Andino A.; Barahona J., 2021

## ANEXO G: Datos obtenidos de la encuesta

**Tabla 13:** Resultados obtenidos de las encuestas aplicadas.

Encuestado	Numero de pregunta									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	3	3	5	5	3	2	5	2	5	5
2	3	3	5	5	3	5	2	5	5	4
3	3	3	5	5	3	5	2	2	5	4
4	5	5	5	5	5	5	5	2	5	4
5	4	4	5	5	4	2	2	5	5	4

**Realizado por:** Andino A.; Barahona J., 2021



**epoch**

**Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL**

**REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA**

**Fecha de entrega:** 04 / 05 / 2022

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> ALEX VINICIO ANDINO YUQUILEMA JOSSELYN IVONNE BARAHONA PACA
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
<b>Carrera:</b> SOFTWARE
<b>Título a optar:</b> INGENIERO/A DE SOFTWARE
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b> Lcdo. Holger Ramos, MSc.

0567-DBRA-UPT-2022