

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE  
HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS EMERGENTES**

**DESARROLLO DE UN JUEGO SERIO EN REALIDAD VIRTUAL  
PARA IMPULSAR LA ADOPCIÓN DE BUENOS HÁBITOS DE  
SALUD ORAL EN NIÑOS.**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO  
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN  
SOFTWARE**

**GALO LEONARDO ASITIMBAYA AGUILAR**

[galo.asitimbaya@epn.edu.ec](mailto:galo.asitimbaya@epn.edu.ec)

**DIRECTOR: PhD MARÍA GABRIELA PÉREZ HERNÁNDEZ**

[maria.perez@epn.edu.ec](mailto:maria.perez@epn.edu.ec)

**DQM, AGOSTO 2024**

## **CERTIFICACIONES**

Yo, GALO LEONARDO ASITIMBAYA AGUILAR declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

---

**GALO LEONARDO ASITIMBAYA AGUILAR**

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por GALO LEONARDO ASITIMBAYA AGUILAR , bajo mi supervisión.

---

**PhD MARÍA GABRIELA PÉREZ HERNÁNDEZ**  
**DIRECTOR**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

GALO LEONARDO ASITIMBAYA AGUILAR

PhD MARÍA GABRIELA PÉREZ HERNÁNDEZ

MSc. BORIS ALFONSO ASTUDILLO ESPINOZA

## **DEDICATORIA**

A mis amorosos padres, Meliza Aguilar y Galo Asitimbaya, quienes han sido mi pilar y mi fuente de sabiduría, perspicacia y valentía durante esta importante etapa de mi vida. Este trabajo de integración curricular representa todo el sacrificio que han hecho por mí durante toda mi formación académica y ahora se los dedico con todo mi amor y gratitud. Su apoyo incondicional ha sido fundamental para alcanzar este logro, y espero seguir haciendo de ustedes el motivo de mi orgullo y felicidad.

A mi querida hermana, Abigail Asitimbaya, quien ha sido mi inspiración y motivación para persistir en cada momento difícil que se me presentó. Este logro importante en mi vida representa todo mi esfuerzo invertido para que te sigas sintiendo orgullosa de mí. Gracias por ser mi constante fuente de ánimo y por creer siempre en mis capacidades.

La culminación de esta travesía universitaria y el éxito de esta, es el resultado del apoyo de mi familia, amigos y maestros en cada momento, bueno o malo. A todos ustedes, y en especial a mis queridos amigos Karlita, Santi, Ginno y Faustito, les dedico este trabajo con profundo respeto y agradecimiento.

## **AGRADECIMIENTO**

Primero, quiero expresar mi más profundo agradecimiento al MSc. Boris Astudillo, quien me guió y me instruyó para poder lograr esta meta. Sus valiosos consejos, tanto profesionales como personales, han sido fundamentales para poder finalizar este trabajo de integración curricular. Su apoyo y dedicación me han inspirado a alcanzar mis objetivos con determinación y confianza.

A mi querida familia, agradezco de corazón todo el esfuerzo y apoyo incondicional que me han brindado durante toda mi vida, y especialmente en esta etapa que estoy alcanzando. Nunca tendré las palabras suficientes para expresar cuán agradecido estoy con ustedes. Su amor y fortaleza han sido el motor que me ha impulsado a seguir adelante.

Extiendo mi gratitud a todos mis profesores, quienes me han compartido su conocimiento, tiempo y paciencia. Gracias a su dedicación, ahora puedo convertirme en un profesional competente y comprometido, siguiendo el ejemplo que ustedes me han brindado.

A mis compañeros, quienes han estado a mi lado durante toda esta travesía, les agradezco profundamente. Juntos compartimos momentos invaluables y nos apoyamos mutuamente en los momentos más difíciles. Gracias por su amistad, la cual ha hecho de esta experiencia algo realmente especial.

Cada uno de ustedes se ha ganado un lugar en mi corazón durante esta travesía universitaria. Nunca los olvidaré. Gracias por ser parte de mi sueño cumplido y por contribuir a este importante logro.

Con gratitud,  
Leo Asitimбая

# Índice general

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1. Objetivos	2
1.1.1. Objetivo General	2
1.1.2. Objetivos específicos	2
1.2. Alcance	3
1.3. Marco Teórico	4
1.3.1. Juegos serios en la salud oral	4
1.3.2. Realidad virtual en juegos serios	5
1.3.3. Salud oral de niños en Ecuador	5
1.3.4. Scrum	6
1.3.5. iPlus	7
1.3.6. Integración Scrum y iPlus	8
1.3.7. Arquitectura, herramientas y recursos	9
<b>2. METODOLOGÍA</b>	<b>13</b>
2.1. Sprint 0	14
2.1.1. Análisis del caso de estudio	14
2.1.2. Desarrollo de la metodología iPlus	14
2.1.3. Definición de roles y artefactos	22
2.1.4. Diseño del personaje guía y del escenario principal	24
2.1.5. Preparación del entorno de desarrollo	26
2.2. Sprint 1	27
2.2.1. Introducción	27
2.2.2. Sprint Planning	28
2.2.3. Implementación	29
2.2.4. Retrospectiva	30

2.3. Sprint 2 . . . . .	30
2.3.1. Introducción . . . . .	30
2.3.2. Sprint Planning . . . . .	30
2.3.3. Implementación . . . . .	31
2.3.4. Retrospectiva . . . . .	32
2.4. Sprint 3 . . . . .	33
2.4.1. Introducción . . . . .	33
2.4.2. Sprint Planning . . . . .	33
2.4.3. Implementación . . . . .	35
2.4.4. Retrospectiva . . . . .	36
<b>3. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>37</b>
3.1. Resultados . . . . .	37
3.1.1. Producto - Molar Urku . . . . .	37
3.1.2. Pruebas funcionales . . . . .	41
3.1.3. Evaluación de Usabilidad del Juego Serio . . . . .	47
3.2. Conclusiones . . . . .	49
3.3. Recomendaciones . . . . .	50
<b>4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>53</b>
<b>5. Anexos</b>	<b>56</b>

# Índice de figuras

1.1. Scrum y iPlus . . . . .	9
1.2. Relación entre la entidades, componentes y sistemas [17]. . . . .	10
2.1. Ejemplo de diagrama de afinidad . . . . .	16
2.2. Ejemplo de la construcción de un objetivo general . . . . .	17
2.3. Primer boceto de Cuyberto Molar . . . . .	25
2.4. Cuyberto Molar animado con vestimenta representativa . . . . .	25
2.5. Diseño del mundo mágico de salud oral . . . . .	26
2.6. Configuración de la montaña rusa . . . . .	29
2.7. Componentes y entidades del menú principal . . . . .	29
2.8. Implementación del nivel 1 . . . . .	32
2.9. Implementación del nivel 2 . . . . .	32
2.10. Implementación del nivel 3 . . . . .	35
2.11. Implementación de la gamificación . . . . .	35
2.12. Editor de posiciones para el carrito en Unity . . . . .	36
3.1. Interfaz del Menú Principal . . . . .	38
3.2. Mundo principal del juego en tercera persona . . . . .	38
3.3. Mundo principal del juego en primera persona . . . . .	39
3.4. Nivel 1: Selección de alimentos saludables . . . . .	39
3.5. Nivel 2: Hábito de cepillado . . . . .	40
3.6. Nivel 3: Visitas al dentista . . . . .	41

# Índice de Tablas

2.1. Tabla de roles identificados . . . . .	15
2.2. Tabla de contenido de aprendizaje . . . . .	18
2.3. Ejemplo de Gameplay . . . . .	19
2.4. Tabla de resultados de votación de género . . . . .	19
2.5. Tabla de términos clave . . . . .	20
2.6. Tabla de historia de usuario épica . . . . .	21
2.7. Roles y Responsables . . . . .	22
2.8. Historias de usuario épicas y prioridades . . . . .	22
2.9. Historias de usuario, prioridades y duraciones . . . . .	23
2.10. Planificación de Sprints . . . . .	24
2.11. Detalle de la historia de usuario HU-001 . . . . .	28
2.12. Detalle de la historia de usuario HU-006 . . . . .	31
2.13. Detalle de la historia de usuario HU-008 . . . . .	34
3.1. Nomenclatura para los casos de prueba . . . . .	42
3.2. Casos de prueba ejecutados en el menú principal del juego . . . . .	42
3.3. Casos de prueba para la escena ‘WorldOneScene’ del juego . . . . .	43
3.4. Casos de prueba ejecutados en el nivel 1 . . . . .	44
3.5. Casos de prueba ejecutados en el nivel 2 . . . . .	45
3.6. Casos de prueba para la escena ‘VisitasDentista’ . . . . .	46
3.7. Lista de tareas para pruebas de usabilidad en el juego . . . . .	47
3.8. Lista de mejoras identificadas en la evaluación de usabilidad . . . . .	49

## RESUMEN

El presente trabajo de integración curricular aborda el desarrollo de un juego serio en realidad virtual denominado "Molar Urku", enfocado en la enseñanza y promoción de buenos hábitos de salud oral entre los niños de Ecuador. El juego utiliza técnicas de gamificación para incentivar el aprendizaje activo y entretenido. El desarrollo del proyecto se llevó a cabo utilizando la metodología ágil Scrum y la metodología iPlus para el levantamiento de requerimientos. El proceso de desarrollo se estructuró en tres sprints, cada uno con objetivos específicos y evaluaciones continuas para asegurar la calidad del producto final. Las pruebas de usabilidad y funcionalidad fueron cruciales para validar la efectividad del juego. Aunque el despliegue del juego se realizó a través de la página web de LudoLab y no directamente en tiendas de aplicaciones, se facilitó el acceso a los usuarios, cumpliendo parcialmente con el objetivo de alcance. La implementación de este proyecto contribuye al cumplimiento del ODS-3, brindando una herramienta educativa innovadora para la promoción de la salud oral.

**PALABRAS CLAVE** - Juego serio, realidad virtual, salud oral, gamificación, Scrum, iPlus

## **ABSTRACT**

This curricular integration project focuses on the development of a serious virtual reality game called "Molar Urku," aimed at teaching and promoting good oral health habits among children in Ecuador. The game uses gamification techniques to encourage active and engaging learning. The project development was conducted using the agile Scrum methodology and the iPlus methodology for requirements gathering. The development process was structured in three sprints, each with specific objectives and continuous evaluations to ensure the quality of the final product. Usability and functionality tests were crucial to validating the game's effectiveness. Although the game was deployed through the LudoLab website rather than directly on app stores, user access was facilitated, partially fulfilling the scope objective. The implementation of this project contributes to achieving SDG-3, providing an innovative educational tool for promoting oral health

**KEYWORDS** - Serious Game, Virtual Reality, Oral health, Gamification, Scrum, iPlus

# Capítulo 1

## INTRODUCCIÓN

Ecuador, como miembro activo de la ONU, debe cumplir con los lineamientos propuestos por esta organización, entre los cuales se encuentran los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). El ODS-3 trata sobre “Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades”, lo que incluye garantizar el acceso a servicios de salud esenciales de calidad, entre ellos la salud oral. La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la salud oral como uno de los principales indicadores de calidad de vida [1]. Por tanto, ahondar en esfuerzos para incentivar el conocimiento de este campo en su población, impulsaría el cumplimiento del ODS-3.

Según el boletín informativo realizado por la Organización Panamericana de la Salud en Ecuador, en la sección “Estudio Epidemiológico Nacional de Salud Bucal en Escolares Menores de 15 años de Ecuador 2009-2010”, la prevalencia de caries dental en los escolares mayores de 6 años y hasta 15 años fue del 88,2%, y en infantes de 6 años fue del 79,9% [2]. Otro estudio realizado en las regiones marginadas de Ecuador afirma que las tasas de caries son elevadas y las lesiones no tratadas predominan en todas las edades de niños escolares. La prevalencia registrada de caries dental no tratada en los escolares de las regiones marginadas de Ecuador requiere, de hecho, una respuesta adecuada basada principalmente en la prevención y la promoción de la salud oral [3].

Desde hace varios años, estudiantes de odontología en el país, como parte de sus prácticas preprofesionales, han gestionado campañas de prevención de salud oral basadas en un plan nacional de salud bucal [4]. Estas campañas, creadas desde el 2009, se manejan mediante un protocolo o manual de educación para la salud bucal para maestros y profesores [5], el cual ha contribuido en una educación temprana en los niños escolares y está enfocada en la promoción y prevención. Sin embargo, desde los inicios de estas campañas,

se han utilizado las mismas herramientas convencionales como trípticos, pósters, cepillos de dientes, modelos dentales, diapositivas, etc., ignorando el potencial que poseen las herramientas tecnológicas.

Existen diversos softwares enfocados en fomentar la salud oral, pero ninguno de estos tiene fines pedagógicos, ya que no enseñan una correcta limpieza bucal ni buenos hábitos de salud oral. Los odontólogos entrevistados consideran que el rango entre 6 y 12 años es adecuado para un aprendizaje productivo y rápida captación, además de ser la edad en la que los niños mudan sus dientes. El uso de un juego serio con realidad virtual (RV) permitirá potenciar el compromiso de los preadolescentes, facilitando la enseñanza por la cercanía que experimentarían con el entorno, permitiéndoles asimilar mejor los contenidos, en concreto la RV semi-inmersiva [6], [7].

Este trabajo de integración curricular busca captar la atención de los niños incorporando un juego serio basado en realidad virtual como material de apoyo para la difusión de los conceptos de salud oral, especialmente en la ejecución de las campañas ya mencionadas. Como resultado, se pretende cambiar la práctica tradicional con la que se educa a los niños usando una herramienta innovadora, además de contribuir en el cumplimiento del ODS-3, brindando educación de calidad sobre la correcta limpieza bucal y los buenos hábitos de salud oral.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo General**

Desarrollar un juego serio en realidad virtual, en colaboración con expertos en odontología, para enseñar y promover buenos hábitos de salud oral entre los niños de Ecuador, apoyando así la prevención de problemas dentales desde la infancia.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

1. Diseñar un juego interactivo en realidad virtual que integre lecciones clave sobre salud oral, utilizando técnicas de gamificación para fomentar el aprendizaje activo.
2. Implementar una metodología para el levantamiento de requerimientos en el proceso de desarrollo de software de un juego serio.
3. Aplicar un marco de trabajo ágil para el proceso de gestión y desarrollo de un software,

obteniendo retroalimentación activa de las partes interesadas y asegurando que las prácticas de higiene bucal recomendadas sean precisas y efectivas.

4. Poner el juego al alcance del público objetivo a través de dispositivos móviles, como una herramienta de sensibilización y educación continua en la comunidad para mantener la conciencia sobre la importancia de la salud oral.
5. Evaluar la usabilidad del juego serio empleando heurísticas, entrevistas y encuestas al público objetivo.

## 1.2. Alcance

El diseño del juego educativo en realidad virtual se orientará a brindar una experiencia interactiva y envolvente para enseñar a los niños la importancia de los buenos hábitos de salud oral, como la selección de alimentos saludables, visitas regulares al dentista y rutinas de cepillado diario. Para el diseño se adoptará la metodología iPlus, organizada de la siguiente manera:

1. **Fase de Identificación:** se define el problema y público objetivo.
2. **Fase de Objetivos Pedagógicos:** para establecer los aprendizajes clave que se quieren transmitir.
3. **Fase del Guion Lúdico del Juego:** centrada en el desarrollo de la narrativa y guion del juego.
4. **Fase Gameplay:** se identifican las funciones/acciones para el juego, asegurando una experiencia de usuario óptima.
5. **Fase de Refinamiento:** los propósitos y el gameplay son filtrados.

La implementación de este juego serio se llevará a cabo utilizando el marco de trabajo ágil Scrum para gestionar el proyecto de manera iterativa e incremental. Esto permitirá una organización eficaz y una respuesta rápida a los cambios. Se seleccionará un motor de desarrollo robusto y capaz de crear experiencias interactivas de realidad virtual. Para el modelado de personajes, escenarios y objetos, se utilizará una herramienta que ofrezca eficiencia y flexibilidad en la generación de activos 3D de alta fidelidad. Este enfoque permitirá al equipo de desarrollo realizar iteraciones rápidas y efectivas a través de incrementos,

fomentando la colaboración interdisciplinaria y facilitando ajustes continuos basados en el feedback de las partes interesadas, con el fin de asegurar la entrega de un producto educativo de alta calidad que cautive y eduque al público objetivo.

Se ejecutarán pruebas de usuario y revisiones expertas con odontólogos para asegurar la precisión y efectividad del juego. Estas pruebas se centrarán en evaluar la usabilidad, engagement y la correcta transmisión de contenidos educativos sobre higiene bucal. La colaboración continua con especialistas garantiza que el contenido esté alineado con las últimas prácticas odontológicas, mientras que el feedback de usuarios finales permitirá iteraciones ágiles para optimizar la experiencia de aprendizaje. Este proceso iterativo de validación y ajuste es crucial para afinar el juego como una herramienta educativa precisa y efectiva.

### **1.3. Marco Teórico**

#### **1.3.1. Juegos serios en la salud oral**

Los Serious Games (SGs) son actividades diseñadas para entretener a los usuarios mientras aprenden y se educan en áreas específicas. A diferencia de los métodos tradicionales de enseñanza centrados en el maestro, los SG promueven un enfoque de educación centrado en el alumno, facilitando un aprendizaje activo y crítico. Estos juegos han demostrado ser herramientas eficaces en la educación en salud, especialmente en la promoción de la higiene bucal entre los niños. Investigaciones indican que un 87 % de dentistas apoya el uso de juegos serios para la prevención dental en niños, y aproximadamente el 90 % de los encuestados considera que son métodos efectivos para enseñar prácticas saludables de manera interactiva y divertida [8].

Un estudio específico sobre un juego educativo de salud oral para niños brasileños de 4 a 8 años mostró resultados prometedores al ofrecer información básica para la prevención de caries dental de forma interactiva y entretenida, apoyando a los profesionales en la mejora de la educación sobre salud oral [9]. Estos recursos lúdicos y educativos complementan los esfuerzos tradicionales en salud dental, facilitando la enseñanza y el aprendizaje de conceptos importantes de manera efectiva y atractiva. A pesar de la limitada cantidad de publicaciones sobre el tema, el uso de tecnologías como los juegos serios para la educación en higiene oral infantil presenta un área con gran potencial académico y aplicaciones en salud pública. Este proyecto no solo busca ser útil en la educación actual, sino también servir como base para futuras investigaciones sobre el impacto de los juegos serios en la

prevención y adopción de hábitos de higiene oral en el entorno familiar.[10]

### **1.3.2. Realidad virtual en juegos serios**

La realidad virtual (VR) es una tecnología que permite a los usuarios interactuar con un entorno simulado que puede ser similar o completamente diferente del mundo real. Utilizando dispositivos como cascos de visualización (head-mounted displays - HMDs) y otros periféricos, la VR sumerge al usuario en una experiencia visual y sensorial que puede ser utilizada para entretenimiento, educación o entrenamiento. En el contexto de los juegos serios, la VR se emplea para crear experiencias educativas inmersivas y motivadoras que facilitan el aprendizaje y la capacitación de manera más efectiva y atractiva que los métodos tradicionales.

Una revisión exhaustiva que analizó 86 artículos sobre juegos serios en VR para la educación o la capacitación reveló que, aunque el uso de la VR está avanzando rápidamente, aún se requiere investigación adicional antes de que estos enfoques puedan ser plenamente implementados. Las aplicaciones de juegos serios en VR, hasta ahora, se han utilizado principalmente con fines educativos, aunque también hay aplicaciones en campos como la medicina, donde se utilizan tanto para la capacitación de habilidades como para la adquisición de conocimientos. [11]

### **1.3.3. Salud oral de niños en Ecuador**

La salud oral es crucial para el bienestar y la calidad de vida de los niños en Ecuador, donde la caries dental infantil es un problema de salud pública significativo. Los niños con caries experimentan dolor al comer o dormir, cambios de humor y ausentismo escolar, lo que afecta negativamente su calidad de vida. El cuidado bucal de los niños está fuertemente influenciado por el nivel educativo de los padres.

Un estudio en cuatro provincias ecuatorianas con 382 padres de niños en edad pre-escolar mostró que los niños cuyos padres tienen mayor nivel educativo practican mejor higiene bucal y tienen menor incidencia de caries dental. Padres más educados son más conscientes de la importancia de la higiene bucal y aplican prácticas preventivas en el hogar, reduciendo la prevalencia de problemas dentales y mejorando la calidad de vida de los niños. Por lo tanto, la educación sobre salud bucal es esencial para mejorar la salud dental infantil en Ecuador [12].

### 1.3.4. Scrum

Es un framework derivado de la metodología ágil, el cual permite a equipos encontrar soluciones adaptativas a problemas complejos [13]. Fue diseñado de tal manera que pueda ser adoptado a conveniencia. El objetivo de este marco de trabajo es descubrir cual es el valor que busca el cliente, para esto el equipo de trabajo se plantea generar un producto mínimo viable, de entre 1 semana a 4 semanas, estos periodos son llamados Sprints. Además, Scrum fomenta que el equipo de trabajo debe estar conformado por los siguientes roles:

- **Developers** - Son responsables de ejecutar y ser parte de la planeación de las tareas a través del Sprint Backlog [13]. También deben garantizar la calidad conforme a la Definición de Terminado, y siempre deben estar ajustando diariamente sus planes para alcanzar el objetivo del Sprint [13].
- **Product Owner** - Es responsable de maximizar el valor del producto generado por el equipo Scrum [13]. Sus responsabilidades incluyen gestionar el Product Backlog, comunicando claramente el objetivo del producto [13].
- **Scrum Master** - Es responsable del cumplimiento de las directrices de Scrum dentro del equipo, ayudando a los miembros del equipo tanto en la parte teórica como práctica [13].

En este marco de trabajo hay los siguientes eventos:

- **Sprint** - Los Sprints son eventos de duración fija, de un mes o menos, donde se transforman ideas en valor y se realizan todas las actividades necesarias para alcanzar el objetivo del producto [13].
- **Sprint Planning** - En este evento se define el trabajo a realizar en el Sprint, creado de manera colaborativa por todo el equipo Scrum [13].
- **Daily Scrum** - Es un evento de 15 minutos para los desarrolladores del equipo Scrum para inspeccionar el progreso hacia el objetivo del Sprint y ajustar el Sprint Backlog según sea necesario [13].
- **Sprint Review** - Es un evento de máximo 4 horas, donde el equipo Scrum presenta los resultados del Sprint a los stakeholders y se discute el progreso hacia el objetivo del producto [13].

- **Sprint Retrospective** - Es un evento de máximo 4 horas, donde se busca mejorar la calidad y efectividad del equipo Scrum. El equipo evalúa cómo fue el último Sprint en términos de interacciones, procesos y herramientas, identifica problemas y éxitos, y discute posibles mejoras [13].

Por otro lado, los artefactos en Scrum son los siguientes:

- **Product Backlog** - Es una lista ordenada y emergente de necesidades para mejorar el producto, y es la única fuente de trabajo para el equipo Scrum. Los elementos que pueden completarse en un Sprint se refinan continuamente, añadiendo detalles como descripción, orden y tamaño [13].
- **Sprint Backlog** - El Sprint Backlog incluye el objetivo del Sprint, los elementos seleccionados del Product Backlog y un plan de acción para entregar el Incremento. Es un plan creado y gestionado por los desarrolladores, que ofrece una visión clara y actualizada del trabajo a realizar durante el Sprint [13].

### 1.3.5. iPlus

La metodología iPlus es un enfoque multidisciplinario y flexible para el desarrollo de juegos serios, validado por expertos y protocolos experimentales. Integrable con metodologías ágiles y tradicionales, iPlus considera los conceptos de expertos en videojuegos e implementa elementos de Gameplay y Gamificación [14]. Su enfoque participativo y adaptable guía desde la identificación del problema y los objetivos pedagógicos hasta la creación de una narrativa y ambientación atractiva [14]. Esta metodología facilita la identificación y validación de requisitos, maximizando la motivación e interactividad en el aprendizaje a través de juegos serios educativos, organizada en fases de la siguiente manera:

1. **Fase de Identificación** - En esta fase inicial de la metodología, el patrocinador o la parte interesada define el problema general, y se identifican los participantes necesarios en función del problema. El propósito es determinar qué expertos deben participar en la concepción inicial del juego educativo serio. Es crucial incluir un pedagogo para garantizar una correcta definición de los objetivos, un especialista en el tema para abordar el problema a resolver, un diseñador de juegos y desarrolladores.
2. **Fase de Objetivos Pedagógicos** - En esta fase se definen tanto el objetivo educativo principal como los objetivos pedagógicos generales y específicos. En esta etapa,

intervienen el pensamiento crítico y la creatividad de los expertos, utilizando técnicas como el "brainstorming" los "diagramas de afinidad" para fomentar la creatividad y unificar ideas en la formulación de requisitos consensuados. Es esencial cumplir con los requisitos del experto en la materia (product owner). El resultado de esta fase es un documento que contiene la definición de los objetivos pedagógicos generales y específicos.

3. **Fase del Guion Lúdico del Juego** - En esta fase, se elabora el guion del juego según los requisitos del Product Owner. Los expertos conceptualizan diversos escenarios y eligen las mejores ideas utilizando adhesivos verdes para aprobarlas y rojos para señalar dificultades. El guion final, desarrollado en colaboración, incluye la narrativa, los personajes y elementos de gamificación como insignias, puntos y premios. El resultado es el formato del guion del juego.
4. **Fase Gameplay** - En esta fase se identifican las funciones y acciones del juego, así como su género (rol, aventura, simulación, estrategia, razonamiento y/o acción). Con la colaboración de expertos y el diseñador de juegos, se elabora el guion de Gameplay que describe las acciones del videojuego, como recoger, activar y gestionar. El resultado es un guion completo de Gameplay, el género del juego y términos clave descriptivos.
5. **Fase de Refinamiento** - En esta fase, se revisan y filtran los documentos creados previamente, como los objetivos y guiones, para eliminar aspectos repetitivos o inviables. Esto se realiza mediante un cuestionario modificado para la evaluación de requisitos, a cargo del desarrollador experto y el experto en la materia. El resultado de esta fase son las historias de usuario épicas, definidas según los objetivos específicos establecidos en la segunda fase.

### 1.3.6. Integración Scrum y iPlus

La metodología iPlus, al ser adaptable a cualquier otra metodología en las etapas tempranas del ciclo de vida del software, busca maximizar el valor que un juego serio puede ofrecer. Para lograrlo, se propone integrar iPlus con el Sprint 0 de Scrum como punto de partida. Esta integración permitirá enriquecer significativamente el backlog del proyecto y facilitar la descomposición de tareas durante la planificación de los Sprints. Es importante destacar que esta integración no afectará negativamente a ninguna de las dos metodolo-

gías, como se muestra en la Figura 1.1.

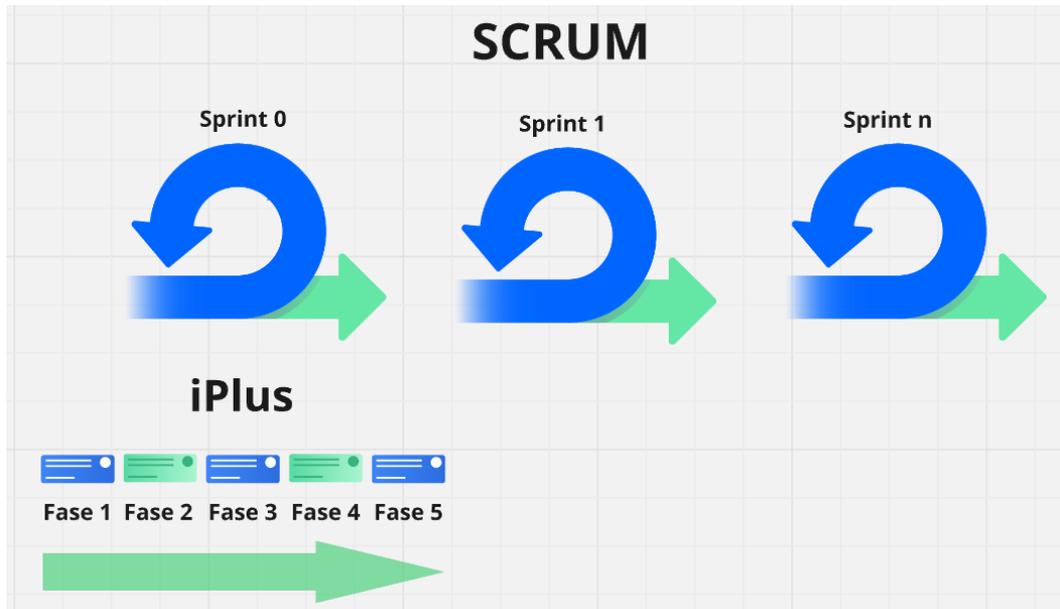


Figura 1.1: Scrum y iPlus

### 1.3.7. Arquitectura, herramientas y recursos

#### Arquitectura Entity-Component-System

La arquitectura Entity-Component-System (ECS) es un modelo de diseño de software que se ha destacado en el desarrollo de videojuegos, incluyendo juegos serios, por su capacidad para facilitar la escalabilidad y la mantenibilidad del motor de juego [15]. ECS ofrece ventajas significativas en términos de modularidad y rendimiento al separar los datos en componentes y la lógica en sistemas, lo cual es crucial para adaptar los juegos a las necesidades específicas de los jugadores, incluyendo la accesibilidad [16]. Este enfoque permite modificaciones en tiempo real y la gestión dinámica de las características del juego, facilitando así la inclusión de elementos accesibles sin alterar la lógica central del juego [15].

- **Entidades** - Son objetos del juego que no poseen lógica ni datos propios; actúan como contenedores para los componentes, que almacenan datos específicos como color, tamaño, o velocidad.
- **Componentes** - Los componentes son scripts o funcionalidades preconstruidas que se puede añadir a las entidades. Estos pueden ser físicos, renderizado, controles, o lógica personalizada.

- **Sistemas** - Operan sobre estos componentes para ejecutar la lógica del juego, procesando y actualizando la información según las reglas definidas. Esta separación de preocupaciones no solo optimiza el rendimiento al minimizar las dependencias y mejorar la gestión de la memoria, sino que también aumenta la flexibilidad del desarrollo al permitir cambios rápidos y específicos sobre los componentes sin afectar otros aspectos del sistema.

En la Figura 1.2 se denota gráficamente como funciona esta arquitectura:

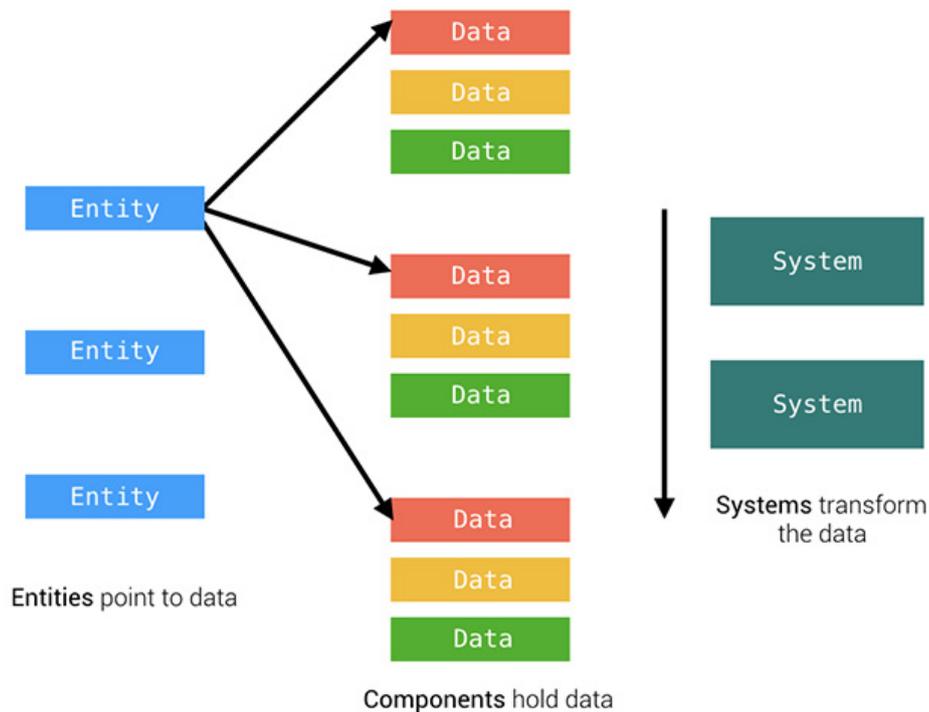


Figura 1.2: Relación entre la entidades, componentes y sistemas [17].

Para el proyecto actual, un juego de realidad virtual se beneficia enormemente de la independencia entre niveles y mundos, ECS es particularmente adecuado. La arquitectura permitirá implementar nuevas mecánicas de juego y modalidades de interacción con un impacto mínimo en el código existente, promoviendo una iteración rápida y eficiente [15]. Además, la capacidad de ECS para manejar sistemas complejos de forma independiente facilitará la integración de características de accesibilidad específicas, permitiendo que el juego se adapte mejor a las necesidades de una audiencia más amplia [16]. La modularidad prometida por ECS y su enfoque orientado a los datos aseguran que cualquier adición o modificación se pueda realizar con facilidad, manteniendo la coherencia y la calidad del

juego a lo largo del tiempo [16].

## Herramientas

- **Unity** - Es un motor de juegos completo que proporciona las herramientas necesarias para el desarrollo de videojuegos. Este motor permite diseñar y operar entornos interactivos a través de funciones programables que incluyen gráficos en 2D y 3D, simulaciones físicas, animación, sonido y capacidades de inteligencia artificial. Es particularmente popular para la creación de juegos en diversas plataformas, incluyendo PC, consolas y móviles [18].
- **Blender** - Es una suite integral de creación de contenido 3D usada para producir desde animaciones hasta efectos visuales y videojuegos. Su interfaz gráfica, uniforme en todas las plataformas y personalizable mediante Python, junto con su arquitectura robusta, permite un flujo de trabajo eficiente [19].
- **Visual Studio Code** - Es un editor de código fuente versátil y liviano, multiplataforma. Ofrece soporte nativo para desarrollo web, y tiene una gran variedad de extensiones para otros lenguajes como C++, C#, Java, Python, Go y .NET, entre otros [20].
- **Gitkraken** - Es un cliente de Git con interfaz gráfica que optimiza el uso de Git en escritorios y soporta la mayoría de operaciones de la línea de comandos. Este cliente se integra directamente con cuentas de GitHub, Bitbucket y GitLab, y ofrece herramientas incorporadas como fusión de cambios, soporte para submódulos y Gitflow, y funciones de deshacer y rehacer con un solo clic [21].

## Recursos

- **Smartphone** - Para que la aplicación funcione correctamente, el smartphone que se use con las gafas de realidad virtual debe cumplir con ciertos requisitos mínimos: debe operar bajo Android 12 o superior, contar con un procesador de al menos cuatro núcleos que garantice un rendimiento fluido, tener un mínimo de 4 GB de RAM para una ejecución eficiente del juego, y estar equipado con sensores giroscópicos y acelerómetros para un adecuado seguimiento de movimientos en la realidad virtual.
- **Google Cardboard** - Google Cardboard es un dispositivo portátil y económico que permite a los usuarios experimentar la realidad virtual (RV) utilizando casi cualquier

teléfono inteligente con aplicaciones compatibles con Cardboard. Este dispositivo sencillo ofrece un punto de acceso fácil a la RV, mejorando su accesibilidad y asequibilidad, lo cual es crucial para ampliar el alcance de la RV a audiencias más amplias y nuevos mercados [22].

## Capítulo 2

# METODOLOGÍA

En el desarrollo de software, existen dos metodologías principales: la metodología formal y la metodología ágil. Para este proyecto, se opta por la metodología ágil debido a la naturaleza dinámica y cambiante del desarrollo de videojuegos. Un videojuego implica numerosos elementos que pueden variar significativamente a lo largo del proceso de desarrollo, incluyendo la creación de niveles y el diseño de personajes, que a menudo no están completamente definidos desde el inicio. La metodología ágil permite una mayor flexibilidad y adaptabilidad ante estas incertidumbres, facilitando la incorporación de cambios y mejoras de manera continua. Además, este enfoque promueve una colaboración constante con los stakeholders, asegurando que el producto final cumpla con sus expectativas y necesidades.

Para implementar la metodología ágil, se utilizará Scrum, ya que permite entregar valor continuamente al usuario final, que en este caso son niños. El valor entregado se traduce en conocimiento, dado que este es un juego serio orientado a la educación en salud oral. Las historias de usuario, herramienta principal de Scrum, serán fundamentales para capturar y priorizar los requisitos, asegurando que cada iteración del desarrollo aporte valor significativo al aprendizaje de los niños. Además, se complementará la elicitación de requisitos con la metodología iPlus, especialmente diseñada para el desarrollo de juegos serios. iPlus, al enfocarse en las necesidades pedagógicas y lúdicas del juego, se complementa perfectamente con Scrum en las primeras etapas del ciclo de vida del software, permitiendo una integración fluida y efectiva de los requisitos educativos y de diseño del juego [14].

## **2.1. Sprint 0**

### **2.1.1. Análisis del caso de estudio**

La falta de conocimiento sobre los buenos hábitos higiene bucal en Ecuador desempeña un papel crucial en los problemas de salud oral que enfrentan los niños y preadolescentes. En este contexto, la creación de un juego serio utilizando realidad virtual podría ser una solución innovadora como aporte educativo. Este enfoque permitiría inculcar hábitos saludables de manera eficiente al presentar situaciones virtuales que los usuarios puedan experimentar directamente. A través de interacciones virtuales, podrían aprender sobre la importancia de adopción de buenos hábitos de salud oral como; la elección de alimentos amigables con los dientes, la necesidad de visitas regulares al dentista y la importancia de adoptar rutinas de higiene oral.

La realidad virtual en un juego serio puede superar las barreras de la falta de conocimiento al convertir la educación en algo atractivo y envolvente. Al crear un ambiente interactivo y desafiante, los niños podrían explorar prácticas saludables mientras se divierten. La gamificación podría recompensar sus esfuerzos en el juego trasladando esos logros virtuales a su aplicación real, fomentando la adopción continua de buenos hábitos de salud oral. La implementación de un juego serio basado en realidad virtual podría ser una herramienta eficaz, sirviendo como material educativo de apoyo a estudiantes de odontología en campañas de salud oral, profesionales en sus consultorios o como material de ayuda para padres de familia que necesitan promover la higiene bucal en sus hijos. Fomentando una experiencia interactiva educativa relacionada con los buenos hábitos de salud bucal, sentando así las bases para una generación de niños con sonrisas más saludables y una comprensión duradera de la importancia de cuidar sus dientes.

### **2.1.2. Desarrollo de la metodología iPlus**

En la siguiente sección se detalla la aplicación de la metodología iPlus para obtener los requerimientos y plasmarlos como Historias de Usuario para integrarlas en el marco de trabajo Scrum.

## Fase 1 - Identificación

La Tabla 2.1 muestra los roles del personal que participa en la identificación de requisitos y en el desarrollo del proyecto, según se especifica en el Anexo I: Documento de roles identificados.

<b>Rol Participante</b>	<b>Nombres completos</b>	<b>e-mail contacto</b>	<b>Teléfono contacto</b>
Product Owner	Augusta Astudillo	ma_august99@hotmail.com	0981548471
Experto Pedagógico	Boris Astudillo	boris.astudillo@epn.edu.ec	0992090954
Experto Pedagógico	María Pérez	maria.perez@epn.edu.ec	0979173721
Diseñadora de Juegos - Facilitadora	Mayra Carrion T.	mayra.carrion@epn.edu.ec	0996760102
Desarrollador	Karla Vanessa Vivas Catota	karla.vivas@epn.edu.ec	0963248241
Desarrollador	Galo Leonardo Asitim-baya Aguilar	galo.asitimbaya@epn.edu.ec	0983959848

Tabla 2.1: Tabla de roles identificados

## Fase 2 - Objetivos pedagógicos

El entregable de esta fase son los objetivos pedagógicos, para lo cual se deben realizar las siguientes actividades:

- **Entrevista** - Esta actividad inicial se llevó a cabo para comprender de manera preliminar las expectativas y los desafíos enfrentados del product owner, así como para obtener una visión general de las necesidades que buscan abordar. Proporcionó una comprensión breve pero significativa del problema en cuestión. El Anexo II contiene el formulario utilizado en la entrevista.
- **Brainstorming y diagrama de afinidad** - En esta actividad se recolectan todas las ideas que se obtuvieron en la entrevista, mediante una lluvia de ideas, tal y como

muestra en el Anexo III, además se realiza un diagrama de afinidad para todas las ideas, como se muestra en la Figura 2.1.

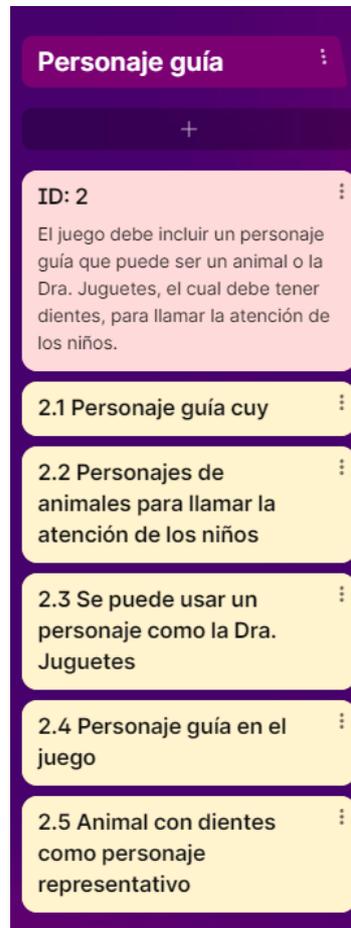


Figura 2.1: Ejemplo de diagrama de afinidad

- **Objetivo pedagógico general** - En base a los diagramas de afinidad se establecen los objetivos pedagógicos, los cuales se encuentran en el Anexo IV: Objetivos pedagógicos, a continuación en la Figura 2.2 se muestra un ejemplo de la construcción de un objetivo general.

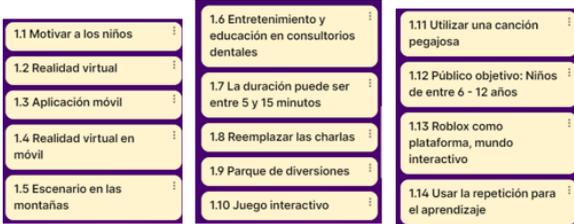
<b>Objetivo Específico De La Aplicación Número: 1</b>		<b>Prioridad:</b> ★ ★ ★
<b>Rol del Experto:</b> Experto temática		<b>Rol en el juego:</b> Sistema
<b>Título del Objetivo:</b> Escenario del juego		
<b>Descripción del objetivo:</b> El juego requiere de un escenario ambientado en un mundo novedoso, que implementen tecnologías que permitan a los niños interactuar y de esta manera atrapar su atención y mejorar la enseñanza tradicional.		
<b>Ideas relacionadas (Post-its naranjas):</b>		
 <p>The sticky notes contain the following ideas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1.1 Motivar a los niños</li> <li>1.2 Realidad virtual</li> <li>1.3 Aplicación móvil</li> <li>1.4 Realidad virtual en móvil</li> <li>1.5 Escenario en las montañas</li> <li>1.6 Entretenimiento y educación en consultorios dentales</li> <li>1.7 La duración puede ser entre 5 y 15 minutos</li> <li>1.8 Reemplazar las charlas</li> <li>1.9 Parque de diversiones</li> <li>1.10 Juego interactivo</li> <li>1.11 Utilizar una canción pegajosa</li> <li>1.12 Público objetivo: Niños de entre 6 - 12 años</li> <li>1.13 Roblox como plataforma, mundo interactivo</li> <li>1.14 Usar la repetición para el aprendizaje</li> </ul>		

Figura 2.2: Ejemplo de la construcción de un objetivo general

### Fase 3 - Guion Lúdico del juego

El guion lúdico del juego se construyó en base a dos actividades, las siguientes:

- **Elaboración de propuestas de Gamescripts** - En esta actividad cada parte interesada propone una historia para el juego tomando en cuentas las ideas encontradas en actividades previas, estas propuestas se encuentran en el Anexo V: Propuestas de historias.
- **Extracción del contenido de aprendizaje** - Se examinan todas las historias propuestas y se identifican las ideas que aportan valor al proyecto y representan el contenido educativo que debe reflejarse en el juego serio. Estas ideas se presentan en la Tabla 2.2.

<b>N</b>	<b>Idea</b>
	<b>Camino de la higiene oral</b>
1	Desarrollo del pensamiento crítico para conocer porque elegir una herramienta y otra
2	Resolución de conflictos para saber cómo cepillar según el diente que se maneje y para elegir la herramienta adecuada para hacerlo
3	Desarrollo de la memoria para recordar los movimientos que se utilizan en el cepillado, para recordar las partes del diente y aprender sobre las caries
	<b>Camino de los buenos hábitos de salud oral</b>
1	Desarrollo de la memoria para recordar hábitos de salud oral y alimentos que son adecuados para fomentar la salud oral
2	Desarrollo del pensamiento crítico para saber porque elegir un alimento u otro y porque es importante visitar al dentista

Tabla 2.2: Tabla de contenido de aprendizaje

- **Creación de una historia consensuada** - A partir, de las historias propuestas, estas se presentan a las partes interesadas y se seleccionan las mejores ideas para crear una historia consensuada, la cual se encuentra en el Anexo VI: Historia consensuada.

#### **Fase 4 - Gameplay**

Esta fase se centró en especificar las funciones y acciones del juego serio, basándose en la historia previamente establecida. Se llevaron a cabo diversas actividades:

- **Describir las funciones y acciones** - En esta actividad cada participante contribuyó con las funciones y acciones que el juego serio tendría, para esto se usaron bloques de juego (Gameplay). Cada acción específica se representó como un bloque de LEGO, lo que facilitó la comprensión de las propuestas. La Tabla 2.3 muestra un ejemplo de una de estas funcionalidades, mientras que las demás ideas se detallan en el Anexo VII: Formulario de Gameplay Diseño.

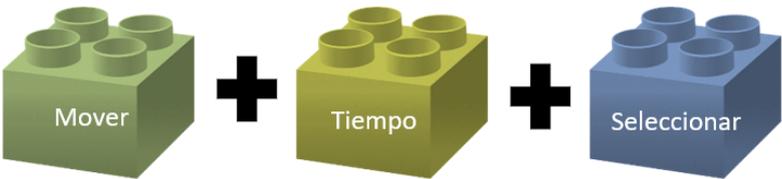
<b>Descripción</b>
El jugador al mover su cabeza y mantener la vista en una opción, en un tiempo determinado, podrá seleccionar las opciones del menú para poder empezar a jugar
<b>Bloques seleccionados</b>


Tabla 2.3: Ejemplo de Gameplay

- **Presentación del GamePlay** - En esta actividad, se presentaron las mecánicas de jugabilidad previamente generadas, permitiendo a los participantes ofrecer retroalimentación y facilitando la integración de las diferentes propuestas.
- **Identificación del Género del Juego Serio** - Se propuso una lista de posibles géneros para el juego serio y se realizó una votación entre los participantes. El resultado de la votación, como se muestra en la Tabla 2.4, indicó que el género seleccionado fue *Aventura*.

Género	Votos
Aventura	2
Razonamiento (Didáctico)	1
Razonamiento (Preguntas)	1

Tabla 2.4: Tabla de resultados de votación de género

- **Términos clave** - En esta actividad se solicitó a las partes interesadas que propusieran palabras clave que capturaran la esencia del juego serio. A partir de esta colaboración, se seleccionaron las más significativas, las cuales se detallan en la Tabla 2.5.

N°	Término clave
T1	Odontología
T2	Prevención
T3	Salud oral
T4	Higiene oral
T5	Visitas al dentista
T6	Niños
T7	Buenos hábitos
T8	Cepillado dental
T9	Herramientas de higiene
T10	Alimentos saludables
T11	Misiones y desafíos
T12	Memoria e insignias

Tabla 2.5: Tabla de términos clave

## Fase 5 - Refinamiento

En la última fase de iPlus, se asegura que cada requisito cumpla con las condiciones necesarias. Se revisan y filtran los documentos de propósitos y tarjetas de GamePlay para eliminar redundancias e ideas inviables. Para esto, se utiliza la matriz de refinamiento que se encuentra en el Anexo VIII: Matriz de refinamiento. Al final, se obtienen las historias de usuario, basadas en los objetivos de la segunda fase, y validadas por el product owner.

- **Refinamiento de propósitos** Se listan todos los propósitos y se valida si cumple o no con la pregunta, de tal manera que se eliminan aquellos que no son viables y se unifican los que son ambiguos.
- **Refinamiento de funcionalidades** Al igual que los propósitos se listan y se valida si cumplen con la intención de un juego serio.
- **Historias de usuario épicas** En este punto ya se construyen las historias de usuario épicas (HE), como se muestra en el ejemplo de la Tabla 2.6, todas las historias de usuario épicas generadas se pueden encontrar en el Anexo IX: Historias de usuario épicas.

<b>Historias de usuario</b>																					
<b>Identificador:</b> HE 001																					
<b>Rol:</b> Experto temática																					
<b>Título de historia:</b> Escenario interactivo guiado por un personaje																					
<b>Prioridad:</b> A (Alto)																					
<b>Descripción:</b> Yo, como personal odontológico, quiero que el juego se desarrolle en un escenario interactivo guiado por un personaje para llamar la atención y orientar al jugador.																					
<b>Conversación:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El juego debe contar con un escenario llamativo e interactivo.</li> <li>• El juego debe contar con un guía.</li> </ul>																					
<b>Post-its</b>																					
<table border="1"> <tr> <td>1.1 Motivar a los niños</td> <td>1.6 Entretenimiento y educación en consultorios dentales</td> <td>1.11 Utilizar una canción pegajosa</td> </tr> <tr> <td>1.2 Realidad virtual</td> <td>1.7 La duración puede ser entre 5 y 15 minutos</td> <td>1.12 Público objetivo: Niños de entre 6 - 12 años</td> </tr> <tr> <td>1.3 Aplicación móvil</td> <td>1.8 Reemplazar las charlas</td> <td>1.13 Roblox como plataforma, mundo interactivo</td> </tr> <tr> <td>1.4 Realidad virtual en móvil</td> <td>1.9 Parque de diversiones</td> <td>1.14 Usar la repetición para el aprendizaje</td> </tr> <tr> <td>1.5 Escenario en las montañas</td> <td>1.10 Juego interactivo</td> <td></td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td>2.1 Personaje guía cuy</td> <td>2.4 Personaje guía en el juego</td> </tr> <tr> <td>2.2 Personajes de animales para llamar la atención de los niños</td> <td>2.5 Animal con dientes como personaje representativo</td> </tr> <tr> <td>2.3 Se puede usar un personaje como la Dra. Juguetes</td> <td></td> </tr> </table>	1.1 Motivar a los niños	1.6 Entretenimiento y educación en consultorios dentales	1.11 Utilizar una canción pegajosa	1.2 Realidad virtual	1.7 La duración puede ser entre 5 y 15 minutos	1.12 Público objetivo: Niños de entre 6 - 12 años	1.3 Aplicación móvil	1.8 Reemplazar las charlas	1.13 Roblox como plataforma, mundo interactivo	1.4 Realidad virtual en móvil	1.9 Parque de diversiones	1.14 Usar la repetición para el aprendizaje	1.5 Escenario en las montañas	1.10 Juego interactivo		2.1 Personaje guía cuy	2.4 Personaje guía en el juego	2.2 Personajes de animales para llamar la atención de los niños	2.5 Animal con dientes como personaje representativo	2.3 Se puede usar un personaje como la Dra. Juguetes	
1.1 Motivar a los niños	1.6 Entretenimiento y educación en consultorios dentales	1.11 Utilizar una canción pegajosa																			
1.2 Realidad virtual	1.7 La duración puede ser entre 5 y 15 minutos	1.12 Público objetivo: Niños de entre 6 - 12 años																			
1.3 Aplicación móvil	1.8 Reemplazar las charlas	1.13 Roblox como plataforma, mundo interactivo																			
1.4 Realidad virtual en móvil	1.9 Parque de diversiones	1.14 Usar la repetición para el aprendizaje																			
1.5 Escenario en las montañas	1.10 Juego interactivo																				
2.1 Personaje guía cuy	2.4 Personaje guía en el juego																				
2.2 Personajes de animales para llamar la atención de los niños	2.5 Animal con dientes como personaje representativo																				
2.3 Se puede usar un personaje como la Dra. Juguetes																					
<b>Gameplay</b>																					
<p>El diagrama muestra cuatro bloques de construcción de colores diferentes (verde, amarillo, azul y cian) con los términos 'Mover', 'Tiempo', 'Seleccionar' y 'Desplazar' respectivamente. Los bloques están conectados por signos de suma (+) en una configuración que sugiere una combinación de acciones para el gameplay.</p>																					

Tabla 2.6: Tabla de historia de usuario épica  
21

### 2.1.3. Definición de roles y artefactos

#### Roles

A continuación, en la Tabla 2.7 se presentan los roles Scrum para este proyecto:

Rol	Responsable
Product Owner	Augusta Astudillo
Scrum Master	Boris Astudillo
Development Team	Galo Asitimaya

Tabla 2.7: Roles y Responsables

#### Artefactos

- **Product Backlog** - En primer lugar se tienen las historias de usuario épicas, las cuales se obtuvieron y priorizaron en la metodología iPlus. A continuación, en la Tabla 2.8 se listan todas estas. A partir, de las historias de usuario épicas, se desglosan las historias de usuario (HU) con su respectiva priorización, tal y como se muestra en la Tabla 2.9.

Código	Historia de usuario épica	Prioridad
HE-001	Escenario interactivo guiado por un personaje	Alta
HE-002	Aprender sobre técnicas y herramientas de higiene oral	Alta
HE-003	Aprender sobre buenos hábitos de salud oral	Alta
HE-004	Implementar Técnicas de Gamificación para motivar al jugador	Alta

Tabla 2.8: Historias de usuario épicas y prioridades

<b>Código</b>	<b>Historia de Usuario</b>	<b>Prioridad</b>	<b>Duración (h)</b>
HU-001	Escenario principal	Alta	64
HU-002	Personaje guía	Alta	64
HU-003	Técnicas de cepillado	Alta	20
HU-004	Herramientas de cepillado	Alta	20
HU-005	Partes del diente	Media	32
HU-006	Alimentación beneficiosa para los dientes	Alta	20
HU-007	Adopción del hábito de cepillado	Alta	32
HU-008	Visitas regulares al dentista	Media	40
HU-009	Recompensas	Alta	12
HU-010	Objetos ocultos	Baja	12

Tabla 2.9: Historias de usuario, prioridades y duraciones

- Release Planning** - Basado en el esfuerzo total del Product Backlog y la velocidad del equipo de desarrollo, se ha determinado que la aplicación se desarrollará en 3 sprints, cada uno con una duración de 4 semanas. En cada sprint se asignará un conjunto específico de historias de usuario, priorizadas según su importancia, como se muestra en la Tabla 2.10.

<b>Sprint 0</b>	<b>Sprint 1</b>	<b>Sprint 2</b>	<b>Sprint 3</b>
Preparación del entorno de desarrollo	HU-001	HU-003	HU-005
	HU-002	HU-004	HU-008
		HU-006	HU-009
		HU-007	HU-010
<b>50 h</b>	<b>128 h</b>	<b>92 h</b>	<b>96 h</b>

Tabla 2.10: Planificación de Sprints

#### **2.1.4. Diseño del personaje guía y del escenario principal**

Además de implementar la metodología iPlus, se identificaron dos requisitos clave que deben materializarse: el personaje guía y el escenario principal. Durante este sprint, se desarrollan los bocetos del personaje guía y los diseños de los escenarios principales. Estas actividades iniciales integran ambas metodologías, garantizando una base sólida para el desarrollo del proyecto.

##### **Personaje guía**

Para el desarrollo del personaje guía, se recopilaron ideas de todas las partes involucradas y se decidió que debería ser un animal representativo del Ecuador, con un nombre y diseño llamativos para los niños, nuestro público objetivo. Así nació el primer boceto, como se muestra en la Figura 2.3 donde se eligió el nombre *Cuyberto Molar* para el personaje, haciendo referencia a un cuy y su relación con la salud oral.



Figura 2.3: Primer boceto de Cuyberto Molar

Además, se consideró que el personaje debía tener movimientos, por lo que se materializó la idea en Blender, añadiéndole un cuerpo humanoide animado y una vestimenta representativa del Ecuador, como se muestra en la Figura 2.4.



Figura 2.4: Cuyberto Molar animado con vestimenta representativa

## Escenario

Según la historia consensuada del juego, este se desarrollará en un mundo mágico inspirado en la salud oral, donde dientes y utensilios de limpieza bucal cobran vida. Todo

esto se ambientará en un parque de diversiones situado en las montañas de Ecuador. Para hacer el trayecto del jugador más entretenido, se incluirá una montaña rusa y diversas atracciones, como se ilustra en la Figura 2.5. El objetivo principal es captar y cautivar la atención de los niños, creando la sensación de estar en un parque de diversiones con temática de salud oral, de manera que se diviertan y aprendan al máximo.

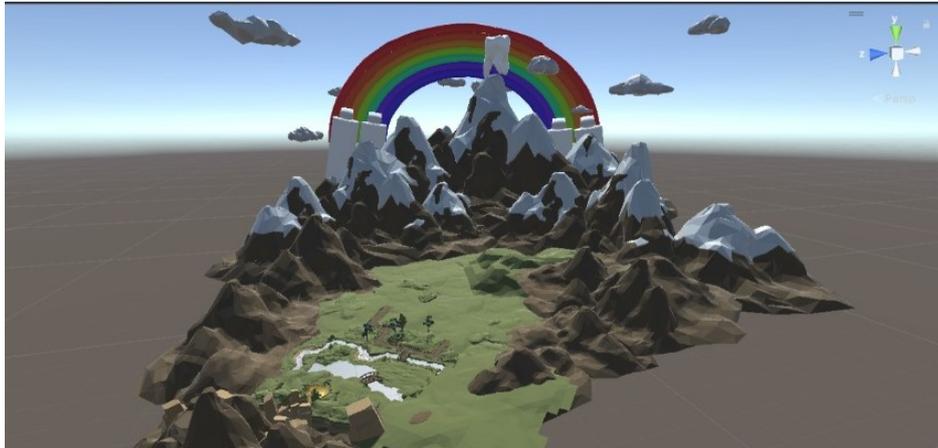


Figura 2.5: Diseño del mundo mágico de salud oral

### 2.1.5. Preparación del entorno de desarrollo

Para comenzar el desarrollo del proyecto, se realizaron varias instalaciones y configuraciones iniciales en Unity, Blender y Git, detalladas a continuación.

#### Configuraciones iniciales en Unity

En Unity, se llevaron a cabo los siguientes pasos:

- Instalación de Unity y creación de un nuevo proyecto 3D.
- Configuración inicial del proyecto para Android.
- Seguir la guía *Quickstart for Google Cardboard for Unity*, que detalla cómo configurar Unity para VR con el Cardboard XR Plugin, incluyendo la instalación de SDK, configuración del entorno de desarrollo, importación de proyectos, y ajuste de configuraciones para Android [23].

## **Instalación y configuración de Blender**

Se instaló Blender y se investigaron las mejores prácticas para exportar modelos en un formato compatible con Unity. Esto incluyó:

- Instalación de Blender.
- Investigación y pruebas para determinar el mejor formato de exportación de modelos.
- Importación de modelos base desde Blender a Unity.

## **Gestión de versiones con Git y GitKraken**

Para la gestión de versiones, se configuró Git y GitKraken:

- Instalación de Git y GitKraken.
- Inicialización del repositorio Git para el proyecto.
- Sincronización del proyecto en GitKraken.
- Conexión con GitHub desde GitKraken, creación del repositorio en la nube y sincronización del proyecto.

## **Configuración de Azure DevOps**

En Azure DevOps, se realizaron las siguientes configuraciones:

- Creación de una organización en Azure DevOps.
- Creación del proyecto Scrum correspondiente.
- Instalación de plugins como el Planning Poker.
- Configuración de los diagramas de burndown de Scrum.

## **2.2. Sprint 1**

### **2.2.1. Introducción**

El objetivo de este sprint es permitir al usuario visualizar el escenario principal y mostrarle el menú principal, donde puede interactuar con los botones fijando la mirada en un punto.

Además, se implementó la arquitectura previamente mencionada y se verificó su correcto funcionamiento en un dispositivo móvil.

## 2.2.2. Sprint Planning

Para la planificación, se utilizó la técnica de Planning Poker y la medida de tallas de camisetas (S, M, L, XL). Se distribuirán 128 horas de trabajo a lo largo de 4 semanas. En la Tabla 2.11 se detalla la planificación de un ejemplo de historia de usuario de este Sprint, las demás se encuentran en el Anexo VIII: Matriz de refinamiento.

<b>Historia de usuario</b>
<b>Identificador:</b> HU-001
<b>Esfuerzo:</b> Talla de camiseta L
<b>Título de historia:</b> Escenario principal
<b>Prioridad:</b> Alto
<b>Descripción:</b> Como jugador, quiero un escenario principal interactivo que me introduzca al juego, me enseñe los controles básicos y me permita elegir otros escenarios fácilmente para que pueda comprender fácilmente el contexto del juego.
<b>Criterios de aceptación:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El escenario debe ser visualmente atractivo y diseñado de manera que capte la atención del jugador.</li> <li>▪ Debe haber una sección en el escenario donde se expliquen y se puedan practicar los controles básicos del juego.</li> </ul>
<b>Tareas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Agregar modelos 3D</li> <li>▪ Agregar menú</li> <li>▪ Agregar movimiento y perspectiva del jugador</li> <li>▪ Comprobar compatibilidad de la configuración inicial en un dispositivo móvil</li> </ul>

Tabla 2.11: Detalle de la historia de usuario HU-001

### 2.2.3. Implementación

En el Sprint 0, se estableció la arquitectura ECS como la base para estructurar todas las funcionalidades del aplicativo. En este sprint, se implementaron las entidades principales y se definieron los componentes necesarios para las funcionalidades básicas, como la inicialización de todos los componentes necesario para que exista el movimiento del cart en la montaña rusa, tal y como se muestra en la Figura 2.6. También se crearon las entidades para el menú principal, lo que incluyó la creación de los GameObjects. En la Figura 2.7 se muestran las entidades y componentes del menú.

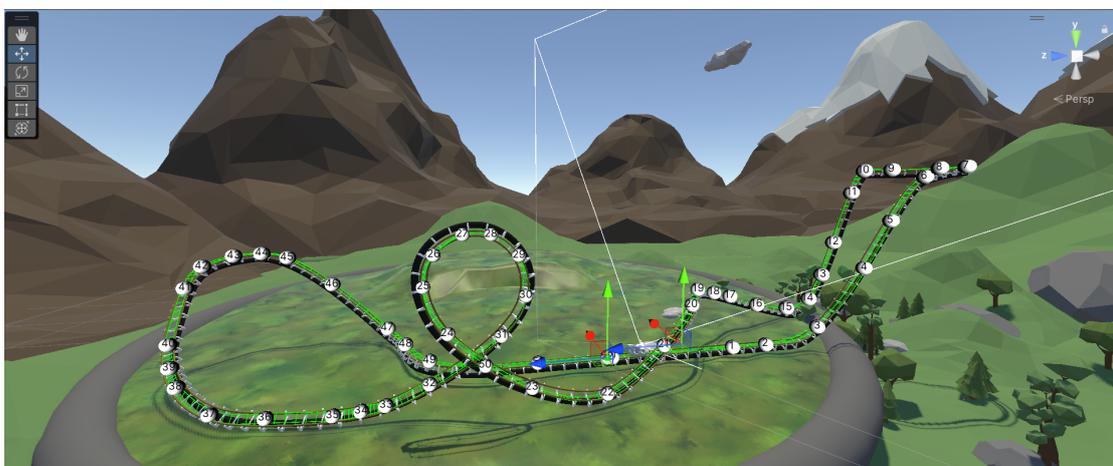


Figura 2.6: Configuración de la montaña rusa



Figura 2.7: Componentes y entidades del menú principal

## **2.2.4. Retrospectiva**

Durante la retrospectiva, se destacó que el uso de una herramienta como Azure DevOps puede contribuir a mantener el orden entre las tareas y las historias de usuario, además de proporcionar trazabilidad del proyecto a lo largo del sprint.

En cuanto a los aspectos negativos, se evidenció la falta de experiencia en las tecnologías utilizadas, lo que afectó la estimación de tiempo y esfuerzo, resultando en un retraso significativo al implementar el paquete de Cardboard. También se observó una distribución inadecuada de las tareas a lo largo del sprint, lo que llevó a una acumulación de trabajo al final del mismo.

Para los próximos sprints, se acordó proponer tareas con objetivos claros e independientes. Con estas prácticas, se espera aumentar la proactividad de los desarrolladores en futuros sprints.

## **2.3. Sprint 2**

### **2.3.1. Introducción**

El objetivo de este sprint es desplegar los dos primeros niveles, el primero que corresponde a *Alimentación sana* y el segundo que corresponde *Hábito de cepillado de dientes*, en ese contexto, el usuario debe poder interactuar con todos los objetos presentes en cada nivel. Además, en este punto se debe implementar el concepto de escalabilidad del producto basado en la arquitectura ECS, es decir, los componentes tienen que ser flexibles a cambios en etapas avanzadas del ciclo del vida del software.

### **2.3.2. Sprint Planning**

Para la planificación, al igual que el anterior Sprint, se utilizó la técnica de Planning Poker y la medida de tallas de camisetas. En este Sprint, se distribuirán 92 horas de trabajo a lo largo de 4 semanas. En la Tabla 2.12 se detalla la planificación de un ejemplo de historia de usuario de este Sprint, las demás se encuentran en el Anexo VIII: Matriz de refinamiento.

<b>Historia de usuario</b>
<b>Identificador:</b> HU-006
<b>Esfuerzo:</b> Talla de camiseta L
<b>Título de historia:</b> Nivel 1 - Alimentación beneficiosa para los dientes
<b>Prioridad:</b> Alto
<b>Descripción:</b> Como jugador, quiero comprender la importancia de elegir alimentos beneficiosos para la salud oral de manera interactiva, para crear conciencia y lograr un aprendizaje efectivo.
<b>Criterios de aceptación:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ El juego debe incluir una actividad interactiva que permita al jugador seleccionar entre diferentes alimentos, mostrando cuáles son beneficiosos para la salud oral.</li> <li>■ La actividad debe estar diseñada de manera atractiva y entretenida para mantener el interés del jugador mientras aprende.</li> </ul>
<b>Tareas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Agregar modelos 3D</li> <li>■ Agregar funcionalidad para selecciones correctas</li> <li>■ Agregar funcionalidad para selecciones incorrectas</li> <li>■ Agregar físicas a los elementos</li> </ul>

Tabla 2.12: Detalle de la historia de usuario HU-006

### 2.3.3. Implementación

En el Sprint 2, se desarrollaron dos niveles del juego. En el primer nivel, se instanciaron alimentos beneficiosos para los dientes y aquellos que se deben evitar, y se crearon los componentes necesarios para que estas entidades funcionen correctamente, como se muestra en la Figura 2.8. En el segundo nivel, se implementaron las opciones sobre cuándo se debe cepillar los dientes durante el día, incluyendo tanto las opciones correctas como

incorrectas, como se ilustra en la Figura 2.9. Además, se añadieron componentes para controlar la lógica del movimiento del carrito en la montaña rusa, permitiendo que el carrito se detenga al llegar a cada nivel correspondiente y continúe su movimiento una vez finalizado el nivel.



Figura 2.8: Implementación del nivel 1



Figura 2.9: Implementación del nivel 2

### 2.3.4. Retrospectiva

Durante la retrospectiva de este sprint, se identificaron varios aspectos que deben mejorarse en futuros sprints. Aunque se logró una mejor estimación y claridad en las tareas principales, no se consideraron ciertos aspectos cruciales en la planificación, como el diseño gráfico, la lógica del movimiento del carrito en la montaña rusa, la lógica general del juego (incluyendo la completitud de los niveles y su conexión al mundo principal), y la reali-

zación de pruebas unitarias. Estas omisiones incrementaron considerablemente el esfuerzo necesario para completar el sprint. Sin embargo, es importante destacar que la planificación y el desarrollo de los niveles se ejecutaron correctamente, lo cual fue un aspecto positivo del sprint.

Para el próximo sprint, se planea incluir tareas relacionadas con el diseño gráfico, asegurar la implementación de la lógica del movimiento del carrito en la montaña rusa, y garantizar la lógica general del juego para asegurar la completitud de los niveles y su correcta conexión al mundo principal. Además, se añadirá la realización de pruebas unitarias para mantener la calidad del desarrollo. Con estas acciones, se espera mejorar la eficiencia y efectividad del equipo en los futuros sprints.

## **2.4. Sprint 3**

### **2.4.1. Introducción**

El objetivo de este sprint es desplegar el último nivel, correspondiente a *Visitas al dentista*, y añadir elementos de gamificación en todo el juego. El usuario debe poder interactuar con todos los objetos presentes en el nivel 3, y se debe comprobar la presencia de elementos de gamificación en todo el juego. Además, se deben incluir elementos ocultos para captar la atención de los niños, incentivándolos a jugar repetidamente hasta encontrar todos los objetos ocultos. Finalmente, la conexión de los niveles con el mundo principal debe ser sólida, asegurando que el juego esté completamente terminado al final de este sprint.

### **2.4.2. Sprint Planning**

Para la planificación, se sigue utilizando la técnica de Planning Poker y la medida de tallas de camisetas. En este Sprint, se distribuirán 96 horas de trabajo a lo largo de 4 semanas. En la Tabla 2.13 se detalla la planificación de un ejemplo de historia de usuario de este Sprint, las demás se encuentran en el Anexo VIII: Matriz de refinamiento.

<b>Historia de usuario</b>
<b>Identificador:</b> HU-008
<b>Esfuerzo:</b> Talla de camiseta L
<b>Título de historia:</b> Nivel 3 - Visitas regulares al dentista
<b>Prioridad:</b> Alto
<b>Descripción:</b> Como jugador, quiero comprender la importancia de visitar regularmente al dentista de manera interactiva, para crear conciencia y lograr un aprendizaje efectivo.
<p><b>Criterios de aceptación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ El jugador debe recibir retroalimentación inmediata sobre sus acciones durante las actividades, explicando si han tomado las decisiones correctas y por qué.</li> <li>■ Las actividades deben ser visualmente atractivas y diseñadas para mantener el interés del jugador mientras aprenden.</li> <li>■ El nivel debe tener mayor dificultad que los anteriores niveles para generar interés en el jugador sobre el desafío planteado.</li> </ul>
<p><b>Tareas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Agregar modelos 3D</li> <li>■ Agregar funcionalidad para selecciones correctas</li> <li>■ Agregar funcionalidad para selecciones incorrectas</li> <li>■ Agregar físicas a los elementos</li> <li>■ Programar la retroalimentación inmediata para las acciones del jugador</li> <li>■ Diseñar elementos visuales atractivos para las actividades</li> <li>■ Realizar pruebas unitarias para asegurar el correcto funcionamiento del nivel</li> </ul>

Tabla 2.13: Detalle de la historia de usuario HU-008

### 2.4.3. Implementación

En el Sprint 3, se desarrolló el último nivel del juego, aumentando la dificultad al requerir que el jugador detenga una atracción del parque en movimiento presionando un botón cuando la opción correcta está marcada, como se muestra en la Figura 2.10. Para mejorar la experiencia del jugador, se añadieron elementos de gamificación, tales como colores representativos al seleccionar correctamente (ver Figura 2.11), sonidos que indican un buen desempeño y un guion en el que Cuyberto felicita al jugador al completar un nivel exitosamente.

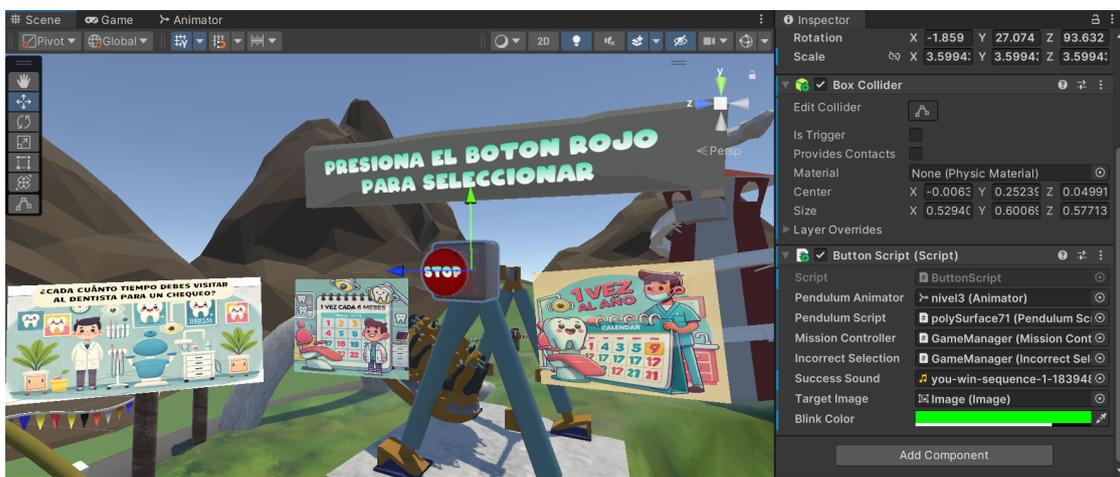


Figura 2.10: Implementación del nivel 3



Figura 2.11: Implementación de la gamificación

## 2.4.4. Retrospectiva

En este sprint se lograron mejoras significativas gracias a la familiarización con las tecnologías utilizadas y al tiempo invertido en sprints anteriores para crear una sólida arquitectura. Este esfuerzo previo tuvo un impacto muy positivo en la eficiencia del trabajo actual. Por ejemplo, aunque en el sprint anterior la integración de los niveles con el mundo principal requirió un gran esfuerzo, en este sprint la aplicación de conceptos de escalabilidad redujo considerablemente esa carga. Un ejemplo claro es la lista de posiciones creada en el primer sprint, la cual permite al carrito detenerse y retomar su movimiento. En este sprint la lista pudo ser manipulada directamente desde Unity (ver Figura 2.12), eliminando la necesidad de modificar el código cada vez que se deben agregar nuevas posiciones.

Sin embargo, la planificación de este sprint también enfrentó desafíos. Aunque se había incluido una historia de usuario para agregar objetos ocultos, el Sprint 0 tomó más tiempo del previsto, lo que obligó a acortar este sprint. Como resultado, esa historia quedó como deuda técnica. Afortunadamente, esta deuda no tiene un gran impacto en el valor del producto, ya que su prioridad era baja.

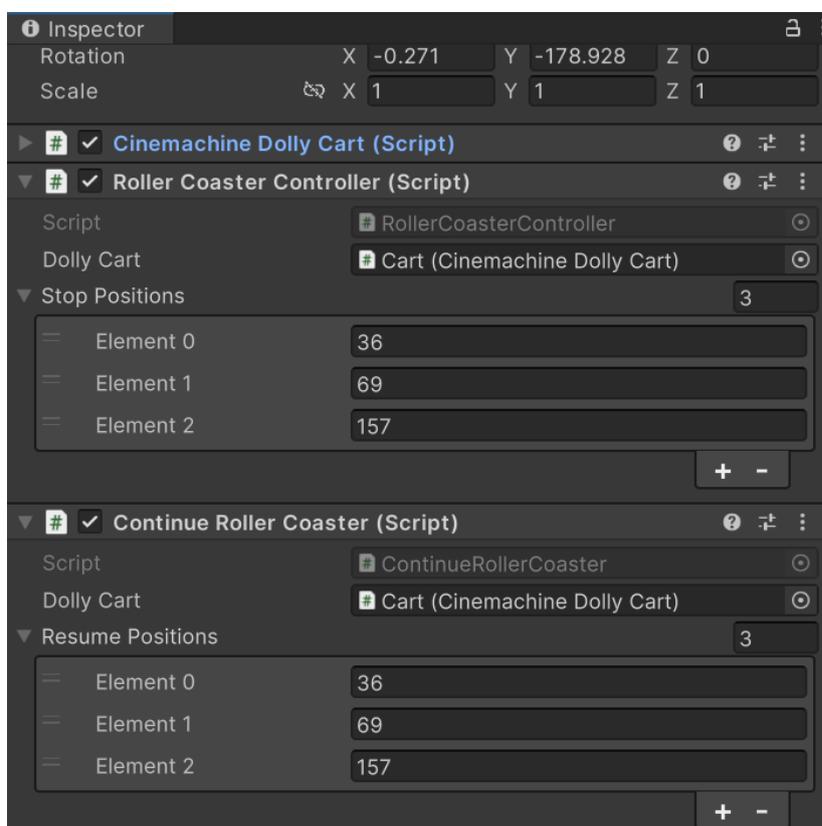


Figura 2.12: Editor de posiciones para el carrito en Unity

## Capítulo 3

# RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 3.1. Resultados

#### 3.1.1. Producto - Molar Urku

El producto final del proyecto, denominado Molar Urku, es un juego serio en realidad virtual diseñado para enseñar a los niños buenos hábitos de salud oral. El nombre "Molar Urku" combina el término dental "molarçon ürku," que significa montaña en quechua, reflejando la temática educativa y cultural del juego. El juego está estructurado en varios niveles, cada uno con un enfoque educativo específico y elementos de gamificación para mantener el interés y la participación del usuario, en el ANEXO X: Video demostrativo, se puede evidenciar un video donde se aprecia el flujo del juego. A continuación, se describen los componentes principales del juego, incluyendo el menú, el mundo principal y los tres niveles educativos.

#### Menú

El menú principal del juego es la primera interfaz con la que interactúa el usuario. Aquí, los jugadores pueden seleccionar entre diferentes opciones, incluyendo comenzar el juego, seleccionar el mundo y acceder a información adicional. El menú está diseñado para ser intuitivo y fácil de navegar, utilizando iconos grandes y texto claro para guiar a los usuarios (ver Figura 3.1). La interacción se realiza mediante la fijación de la mirada en los elementos del menú, una técnica optimizada para la realidad virtual que facilita la navegación sin la

necesidad de controladores físicos.



Figura 3.1: Interfaz del Menú Principal

## Mundo principal

El mundo principal del juego es un parque de diversiones ambientado en un mundo mágico relacionado con la salud oral. Este escenario sirve como punto de partida para que los jugadores accedan a los distintos niveles educativos (ver Figura 3.2). El diseño incluye atracciones y decoraciones temáticas, como dientes gigantes, cepillos de dientes y otros elementos de limpieza bucal, todo montado en un entorno de montaña rusa que añade emoción y dinamismo al juego (ver Figura 3.3). La conexión entre los niveles y el mundo principal es fluida, permitiendo a los jugadores moverse fácilmente entre diferentes áreas del juego.



Figura 3.2: Mundo principal del juego en tercera persona



Figura 3.3: Mundo principal del juego en primera persona

### **Nivel 1 - Alimentación beneficiosa para los dientes**

El primer nivel del juego se enfoca en la selección de alimentos beneficiosos para la salud oral. En este nivel, los jugadores deben identificar y seleccionar alimentos saludables mientras evitan aquellos que pueden dañar sus dientes (ver Figura 3.4). Esta actividad interactiva educa a los niños sobre la importancia de una dieta adecuada para mantener una buena salud bucal. Los jugadores reciben retroalimentación inmediata sobre sus elecciones, lo que refuerza el aprendizaje.



Figura 3.4: Nivel 1: Selección de alimentos saludables

## Nivel 2 - Adopción del hábito de cepillado

El segundo nivel del juego enseña a los jugadores sobre la importancia de cepillarse los dientes en los momentos adecuados durante el día. Los jugadores deben identificar cuándo deben cepillarse los dientes (ver Figura 3.5). Esta actividad no solo fomenta la práctica de buenos hábitos de cepillado, sino que también educa a los niños sobre la frecuencia y el momento adecuado para cepillarse.



Figura 3.5: Nivel 2: Hábito de cepillado

## Nivel 3 - Visitas regulares al dentista

El tercer nivel del juego aborda la importancia de las visitas regulares al dentista. Los jugadores deben interactuar con una atracción, entre las opciones se tiene el periodo de tiempo recomendado que tiene que pasar para visitar al dentista. Este nivel incluye elementos de gamificación, como la necesidad de detener una atracción en movimiento en el momento correcto (ver Figura 3.6), colores representativos y sonidos de recompensa. Además, el personaje guía, Cuyberto, felicita a los jugadores al completar correctamente el nivel, reforzando positivamente su aprendizaje.

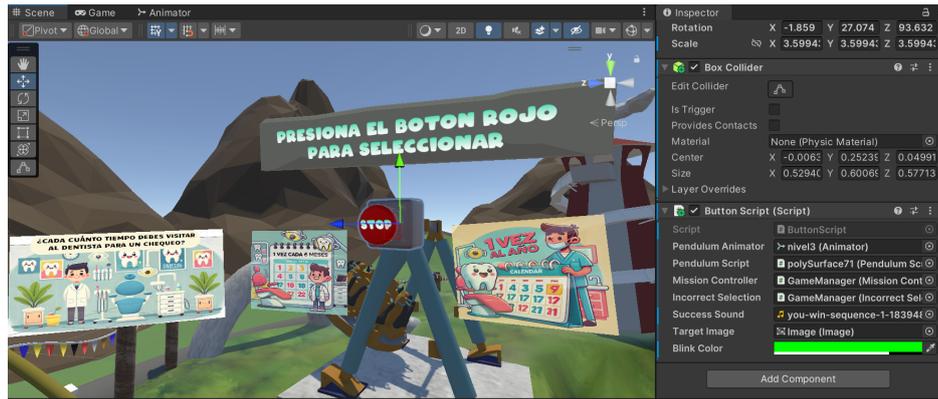


Figura 3.6: Nivel 3: Visitas al dentista

### 3.1.2. Pruebas funcionales

Durante todo el ciclo de vida del software, se realizaron pruebas unitarias de manera continua. Dado que se trata de un videojuego, el desarrollo incluyó múltiples instancias de prueba y error para asegurar la funcionalidad adecuada de cada componente. Este enfoque permitió identificar y corregir errores de manera temprana y frecuente.

Dentro de las pruebas funcionales, se ejecutaron pruebas de caja negra. Estas pruebas se centran en verificar la funcionalidad del software sin considerar la estructura interna del código, enfocándose únicamente en las entradas y salidas del sistema. Las pruebas de caja negra son esenciales para garantizar que el juego cumpla con los requisitos especificados y funcione correctamente desde la perspectiva del usuario.

Los criterios de aceptación mencionados anteriormente se utilizaron como base para crear los casos de prueba. Estos criterios permitieron definir pruebas específicas y detalladas que aseguran que cada funcionalidad del juego se comporta según lo esperado. Al utilizar estos criterios, se garantizó que todas las características importantes del juego fueran evaluadas exhaustivamente, asegurando así una experiencia de usuario satisfactoria y libre de errores. En la Tabla 3.1 se puede apreciar la nomenclatura para cada Test Case de cada escena del juego.

<b>Test Case</b>	<b>Escena</b>
TCAXX	Menú inicial
TCBXX	Mundo principal
TCCXX	Nivel 1 - Alimentación beneficiosa para los dientes
TCDXX	Nivel 2 - Adopción del hábito de cepillado
TCEXX	Nivel 3 - Visitas regulares al dentista

Tabla 3.1: Nomenclatura para los casos de prueba

A continuación, se presentan los casos de pruebas ejecutados y los resultados obtenidos para cada escena.

### **Menú inicial**

<b>Test Case</b>	<b>Descripción</b>	<b>Salida esperada</b>	<b>Salida obtenida</b>	<b>Pasa</b>
TCA1	Probar la funcionalidad del botón 'Jugar' en el menú principal.	Al hacer clic en 'Jugar', debería mostrar opciones para seleccionar entre dos mundos diferentes.	Al hacer clic en 'Jugar', se muestran las opciones de los mundos correctamente.	Sí
TCA2	Probar la funcionalidad del botón 'Salir' en el menú principal.	Al hacer clic en 'Salir', el juego debería cerrarse.	Al hacer clic en 'Salir', el juego se cierra correctamente.	Sí
TCA3	Comprobar la carga de la escena del primer mundo tras su selección.	Al seleccionar el primer mundo, la escena correspondiente debería cargarse.	La escena del primer mundo se carga correctamente.	Sí

Tabla 3.2: Casos de prueba ejecutados en el menú principal del juego

## Mundo principal

Test Case	Descripción	Salida esperada	Salida obtenida	Pasa
TCA1	Probar la carga inicial de la escena 'WorldOneScene'.	La escena debe cargarse correctamente con todos los elementos interactivos en su lugar.	La escena se carga correctamente con todos los elementos visibles y funcionales.	Sí
TCA2	Verificar la interacción con el objeto interactivo principal.	Al interactuar con el objeto, debería activar un evento o misión específica.	El evento se activa correctamente al interactuar con el objeto.	Sí
TCB3	Evaluar el proceso de completar una misión y regresar al menú principal.	Al completar la misión, el juego debería mostrar una transición y luego volver al menú principal.	La misión se completa y el juego transiciona correctamente al menú principal.	Sí
TCB4	Testear la respuesta del juego a entradas incorrectas o inusuales en interacciones clave.	El juego debería manejar errores sin crashear y proporcionar feedback adecuado.	El juego maneja correctamente las entradas incorrectas sin problemas.	Sí

Tabla 3.3: Casos de prueba para la escena 'WorldOneScene' del juego

## Nivel 1 - Alimentación beneficiosa para los dientes

Test Case	Descripción	Salida esperada	Salida obtenida	Pasa
TCC1	Verificar la funcionalidad de selección de objetos correctos.	Al seleccionar un objeto correcto, debería activar una respuesta positiva, como un sonido o un cambio visual.	Al seleccionar un objeto correcto, se activa la respuesta positiva esperada.	Sí
TCC2	Evaluar el comportamiento del juego tras completar todas las selecciones correctas.	Completa la misión y regresa automáticamente a la escena del mundo principal.	La misión se completa correctamente y el juego regresa a la escena principal.	Sí

Tabla 3.4: Casos de prueba ejecutados en el nivel 1

## Nivel 2 - Adopción del hábito de cepillado

Test Case	Descripción	Salida esperada	Salida obtenida	Pasa
TCD1	Verificar que el juego responda correctamente cuando se selecciona todas las opciones correctas.	Al seleccionar la tres opciones correctas, debería confirmarse como la elección correcta y mostrar un indicador visual de éxito para cada una.	Al hacer la selección correcta, se muestra el indicador de éxito.	Sí
TCD2	Comprobar la transición de la escena al completar la misión del hábito de cepillado.	Después de completar la misión correctamente, el juego debería avanzar automáticamente a la próxima escena o volver al menú principal.	La transición de escena ocurre correctamente sin errores.	Sí

Tabla 3.5: Casos de prueba ejecutados en el nivel 2

### Nivel 3 - Visitas regulares al dentista

Test Case	Descripción	Salida esperada	Salida obtenida	Pasa
TCE1	Verificar la detención del péndulo al seleccionar el botón de detención mientras el péndulo está sobre el objeto correcto (Objeto B).	Al presionar el botón de detención mientras el péndulo colisiona con el Objeto B, el péndulo debería detenerse y validar la selección como correcta.	El péndulo se detiene y la selección se valida correctamente.	Sí
TCE2	Comprobar la reanudación del movimiento del péndulo y el efecto visual incorrecto cuando el péndulo no está sobre el objeto correcto al presionar el botón de detención.	Si el péndulo no colisiona con el Objeto B al detenerse, debería reanudar el movimiento y mostrar un efecto visual de error.	El péndulo reanuda su movimiento y muestra el efecto de error correctamente.	Sí

Tabla 3.6: Casos de prueba para la escena 'VisitasDentista'

Durante la realización de las pruebas basadas en casos específicos, se confirmó que el juego funcionó impecablemente, cumpliendo con todas las expectativas sin enfrentar problemas significativos. Estos tests cubrieron aspectos que van desde la navegación en el menú principal hasta interacciones complejas en diversos niveles, destacando el control del péndulo en el nivel tres. La efectividad de estas pruebas garantiza la robustez y estabilidad del juego, asegurando una experiencia fluida y satisfactoria para los usuarios.

### 3.1.3. Evaluación de Usabilidad del Juego Serio

La evaluación de la usabilidad del juego serio se llevó a cabo siguiendo una metodología estructurada para identificar problemas de usabilidad y recopilar datos importantes que ayudaran a mejorar la experiencia del usuario en juegos serios [24]. A continuación, se detalla el proceso de evaluación utilizado.

#### Proceso de Evaluación

El proceso de evaluación se desarrolló en varias etapas, desde la ejecución de las pruebas hasta la creación de una lista de cambios necesarios. Las etapas del proceso fueron las siguientes:

1. **Diseño de la sesión de juego:** Las sesiones de evaluación fueron breves y con objetivos claros. En esta fase se preparó una lista (ver Tabla 3.7) que detalla las tareas específicas que los usuarios debían realizar, enfocándose en objetivos de aprendizaje y elementos de jugabilidad relevantes [24].

Tarea	Descripción
1	Navegar por el menú principal para familiarizarse con las opciones disponibles.
2	Probar la funcionalidad del botón 'Jugar'.
3	Elegir el mundo que esta contenido en un vaso con cepillos de dientes.
4	Iniciar el nivel uno y observar la respuesta del juego a las acciones correctas e incorrectas.
5	Iniciar el nivel dos y observar la respuesta del juego a las acciones correctas e incorrectas.
6	Iniciar el nivel tres y verificar el control y la respuesta del juego al detener el péndulo y seleccionar la respuesta correcta.
7	Utilizar el botón 'Salir' para confirmar que el juego se cierra adecuadamente.

Tabla 3.7: Lista de tareas para pruebas de usabilidad en el juego

2. **Selección de los usuarios:** Se invitó a usuarios que representaban de manera cercana a los usuarios previstos del juego, simulando el contexto para el cual el juego fue diseñado [24].

3. **Realización y capturas de las sesiones de juego:** Se dieron instrucciones breves a los usuarios sobre el contexto y los objetivos de aprendizaje del juego. Los usuarios jugaron de manera autónoma mientras se les tomaba una foto.[24].
4. **Aplicación de la evaluación:** Se les facilitó a los usuarios una evaluación, la cual está diseñada para medir el grado de satisfacción de los usuarios respecto a la usabilidad del juego. Utilizando una escala de 5 puntos, donde 1 significa "Total desacuerdo" y 5 "Total acuerdo", los usuarios pueden expresar sus opiniones sobre diversos aspectos del juego, tales como la relevancia del contenido, la claridad de la relación entre el contenido y los objetivos educativos, y la efectividad de las mecánicas de juego. Esta encuesta incluye preguntas específicas sobre la satisfacción general, la facilidad de uso, y la adecuación de los elementos multimedia, entre otros aspectos. Se puede revisar la encuesta en el Anexo XI: Evaluación de usabilidad [24].
5. **Reconciliación de resultados:** En este punto se revisaron los resultados de la evaluación para poder identificar los puntos críticos y los cambios que se deberían considerar para siguientes iteraciones [24].
6. **Preparación de una lista de cambios:** Al final del proceso de evaluación, se generó una lista de mejoras potenciales para el juego y una acción de remediación, tal y como se muestra en la Tabla 3.8 [24].

N	Descripción de la Mejora	Acción Recomendada
1	Falta de letreros a lo largo del trayecto en la montaña rusa.	Añadir señalizaciones visuales claras y didácticas en puntos estratégicos del recorrido para mejorar la orientación y la experiencia del usuario.
2	Falta de una opción que permita repetir el mensaje de Cuyberto.	Implementar un botón o mecanismo que permita a los usuarios volver a escuchar los mensajes de orientación o instrucción en cualquier momento del juego.
3	En el nivel 3, falta una explicación clara de los objetivos.	Rediseñar la introducción o las instrucciones del nivel para clarificar qué se espera que haga el jugador, posiblemente mediante una demostración interactiva al inicio del nivel.
4	Falta de información del porqué las selecciones incorrectas están mal en el campo de la salud oral.	Mejorar el feedback visual y auditivo cuando se seleccionan opciones incorrectas para reforzar el aprendizaje a través de correcciones inmediatas.
5	Dificultad para identificar el botón correcto en la interfaz de selección de mundo.	Rediseñar los botones de selección de mundo para que sean más intuitivos y destacados, usando iconografía clara y etiquetas descriptivas.

Tabla 3.8: Lista de mejoras identificadas en la evaluación de usabilidad

## 3.2. Conclusiones

**Respecto al objetivo específico 1**, la implementación de un juego interactivo en realidad virtual se proyecta considerablemente a ser una herramienta eficaz para enseñar a los niños buenos hábitos de salud oral. Utilizando técnicas de gamificación, como recompensas, niveles de dificultad y personajes atractivos, permitirá captar la atención de los usuarios y fomentar un aprendizaje activo. Las mecánicas de juego diseñadas permiten a los niños interactuar de manera lúdica con contenidos educativos, facilitando la retención de la información y mejorando su disposición para adoptar prácticas de higiene bucal.

**Respecto al objetivo específico 2**, la implementación de la metodología iPlus, en con-

junto con el marco de trabajo Scrum, fue fundamental para el levantamiento efectivo de requerimientos en el desarrollo del juego serio. Esta metodología permitió identificar y documentar claramente las necesidades y expectativas de todas las partes interesadas, asegurando que cada aspecto del juego estuviera alineado con los objetivos educativos y de entretenimiento. La integración de expertos en pedagogía, odontología y diseño de juegos facilitó la creación de un producto robusto y bien fundamentado.

**Respecto al objetivo específico 3**, la aplicación del marco de trabajo ágil Scrum permitió gestionar el desarrollo del juego de manera eficiente y flexible. La retroalimentación constante de las partes interesadas fue crucial para iterar y mejorar continuamente el producto. Esto garantizó que las prácticas de higiene bucal recomendadas fueran precisas y estuvieran efectivamente integradas en el juego. Las reuniones de retrospectiva y planificación de sprint aseguraron que el equipo se mantuviera enfocado en los objetivos, adaptándose rápidamente a los cambios y mejorando la calidad del juego.

**Respecto al objetivo específico 4**, aunque no se logró disponer del juego directamente en las tiendas de aplicaciones, se puso a disposición del público a través de la página web de LudoLab. Esto permite que los usuarios puedan descargar e instalar el juego desde esta plataforma. A pesar de no ser la solución ideal, esta estrategia facilita el acceso al juego y contribuye a la sensibilización y educación continua sobre la importancia de la salud oral en la comunidad.

**Respecto al objetivo específico 5**, para evaluar la usabilidad del juego serio, se utilizó una metodología específica basada en evaluación, recolección y análisis de datos [24]. Esta metodología permitió identificar problemas de usabilidad y recopilar datos importantes que ayudaron a mejorar la experiencia del usuario. Los resultados mostraron que el juego es intuitivo, atractivo y educativo, cumpliendo con los objetivos planteados. La recopilación y análisis de datos de usabilidad permitieron realizar ajustes que optimizaron la interacción del usuario con el juego, asegurando que el juego fuera efectivo tanto en términos educativos como de usabilidad.

### **3.3. Recomendaciones**

A continuación, se detallan las recomendaciones que nacen a partir del desarrollo de este proyecto:

- Durante el desarrollo del proyecto, se evidenció la importancia de una planificación detallada y una gestión eficiente del tiempo. Se recomienda mejorar la estimación de

esfuerzos y tiempos, tomando en cuenta posibles contratiempos y la necesidad de iteraciones frecuentes. Es esencial realizar una planificación más realista y flexible, que permita adaptarse a cambios inesperados sin comprometer la calidad del producto final.

- La integración de metodologías como iPlus y Scrum resultó beneficiosa, pero se recomienda optimizar esta integración para futuros proyectos. Es crucial definir claramente las etapas y actividades de cada metodología y asegurar que todos los miembros del equipo comprendan su rol y las expectativas. Esto ayudará a evitar confusiones y a mejorar la coordinación entre las diferentes disciplinas involucradas en el desarrollo del juego.
- Las pruebas de usabilidad fueron fundamentales para identificar y corregir problemas de interacción. Se recomienda incorporar estas pruebas de manera continua a lo largo del desarrollo, utilizando metodologías específicas para juegos serios. Esto permitirá realizar ajustes tempranos y mejorar la experiencia del usuario de manera constante. Además, se debe considerar la posibilidad de realizar pruebas con una muestra más amplia de usuarios para obtener una perspectiva más completa.
- Aunque el despliegue del juego se realizó a través de la página web de LudoLab, para futuros proyectos se recomienda trabajar en una estrategia que permita la disponibilidad del juego en las principales tiendas de aplicaciones. Esto aumentará el alcance y la accesibilidad del juego. Además, se debe considerar la creación de una guía de instalación y uso para facilitar la experiencia del usuario al descargar e instalar el juego desde diferentes plataformas.
- La colaboración entre expertos en pedagogía, odontología, diseño de juegos y desarrollo de software fue crucial para el éxito del proyecto. Se recomienda seguir fomentando esta colaboración interdisciplinaria, asegurando que cada experto tenga un rol claro y que sus aportes sean integrados de manera efectiva en el producto final. Esto no solo mejorará la calidad del juego, sino que también garantizará que los objetivos educativos sean alcanzados de manera óptima.
- La documentación detallada de cada fase del proyecto, incluyendo los resultados de las pruebas y las retroalimentaciones, es esencial para la continuidad y el mantenimiento del juego. Se recomienda mantener una documentación exhaustiva y actualizarla de manera continua. Esto facilitará la comprensión del proyecto por parte de

nuevos miembros del equipo y permitirá realizar mejoras y actualizaciones futuras de manera más eficiente.

- Finalmente, se recomienda adoptar un enfoque de evaluación continua y ajustes iterativos. El feedback de los usuarios y las pruebas de usabilidad deben ser revisados regularmente para identificar áreas de mejora. Los ajustes iterativos basados en esta retroalimentación asegurarán que el juego evolucione y se mantenga relevante y efectivo en su misión educativa a lo largo del tiempo.

## Capítulo 4

# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] N. Unidas, *Objetivo 3: Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades*, <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/health/>, Accedido: 9 de junio de 2023.
- [2] O. P. de la Salud, *Boletín informativo*, <https://www3.paho.org/ecu/dmdocuments/comunicacion-social/revista29M1.pdf>, Accedido: 9 de junio de 2023, ene. de 2011.
- [3] W. Medina, A.-K. Hurtig, M. S. Sebastián, E. Quizhpe y C. Romero, «Dental caries in 6-12-year-old indigenous and non-indigenous schoolchildren in the Amazon basin of Ecuador,» *Braz. Dent. J.*, vol. 19, n.º 1, págs. 83-86, 2008. DOI: 10.1590/S0103-64402008000100015.
- [4] *PLAN NACIONAL DE SALUD BUCAL*, <https://aplicaciones.msp.gob.ec/salud/archivosdigitales/documentosDirecciones/dnn/archivos/PLAN%20NACIONAL%20DE%20SALUD%20BUCAL.pdf>, Accedido: 16 de junio de 2023.
- [5] *MANUAL EDUCATIVO PARA LA SALUD BUCAL PARA MAESTROS Y PROMOTORES*, <https://aplicaciones.msp.gob.ec/salud/archivosdigitales/documentosDirecciones/dnn/archivos/MANUAL%20EDUCATIVO%20PARA%20LA%20SALUD%20BUCAL%20PARA%20MAESTROS%20Y%20PROMOTORES.pdf>, Accedido: 16 de junio de 2023.
- [6] Y. C. Delfino, «La Realidad Virtual como mediadora de aprendizajes: Desarrollo de una aplicación móvil de Realidad Virtual orientada a niños,» Tesis de mtría., Universidad Nacional de La Plata, 2020. DOI: 10.35537/10915/111879.

- [7] S. J. Calderón, M. C. Tumino y J. M. Bournissen, «Realidad virtual: impacto en el aprendizaje percibido de estudiantes de Ciencias de la Salud,» *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, págs. 65-82, mayo de 2020. DOI: 10.51302/tce.2020.441.
- [8] C. Ito, A. V. Marinho Filho, M. Ito, M. M. Azevedo y M. A. De Almeida, «Preliminary evaluation of a serious game for the dissemination and public awareness on preschool children's oral health,» en *MEDINFO 2013*, IOS Press, 2013, págs. 1034-1034.
- [9] T. S. Mendonça, S. T. d. Carvalho, A. Aljafari, M. T. Hosey y L. R. Costa, «Oral Health Education for Children: Development of a Serious Game with a User-Centered Design Approach,» *Games for Health Journal*, vol. 0, n.º 0, null, 0, PMID: 38563685. DOI: 10.1089/g4h.2023.0055. eprint: <https://doi.org/10.1089/g4h.2023.0055>. dirección: <https://doi.org/10.1089/g4h.2023.0055>.
- [10] E. R. Morais, C. M. A. C. Vergara, F. O. d. Brito y H. A. d. C. Sampaio, «Serious games for children's oral hygiene education: an integrative review and application search,» *Ciência & Saúde Coletiva*, vol. 25, págs. 3299-3310, 2020.
- [11] D. Checa y A. Bustillo, «A review of immersive virtual reality serious games to enhance learning and training,» *Multimedia Tools and Applications*, vol. 79, n.º 9, págs. 5501-5527, 2020.
- [12] A. d. C. A. Vega, E. R. P. Rosero, L. C. C. Cabay y A. A. Agudelo-Suárez, «Quality of life and oral health among Ecuadorian preschoolers in relation to the educational level of their parents,» *Revista Cubana de Estomatología*, vol. 56, n.º 1, págs. 52-63, 2019.
- [13] K. Schwaber y J. Sutherland, «The scrum guide,» *Scrum Alliance*, vol. 21, n.º 1, págs. 1-38, 2011.
- [14] M. Carrión<sup>12</sup>, M. Santorum<sup>12</sup>, J. Aguilar y M. Pérez, «iPlus methodology for requirements elicitation for serious games,» 2019.
- [15] M. Muratet y D. Garbarini, «Accessibility and serious games: What about Entity-Component-System software architecture?» En *Games and Learning Alliance: 9th International Conference, GALA 2020, Laval, France, December 9–10, 2020, Proceedings 9*, Springer, 2020, págs. 3-12.
- [16] F. E. Garcia y V. P. de Almeida Neris, «A data-driven entity-component approach to develop universally accessible games,» en *Universal Access in Human-Computer Interaction. Universal Access to Information and Knowledge: 8th International Conference,*

*UAHCI 2014, Held as Part of HCI International 2014, Heraklion, Crete, Greece, June 22-27, 2014, Proceedings, Part II 8*, Springer, 2014, págs. 537-548.

- [17] Kodeco, *Entity Component System for Unity: Getting Started*, Online, mayo de 2020. dirección: <https://www.kodeco.com/7630142-entity-component-system-for-unity-getting-started>.
- [18] MasterD, *Qué es Unity y para qué sirve*, MasterD Blog, 2021. dirección: <https://www.masterd.es/blog/que-es-unity-3d-tutorial>.
- [19] Blender, *Blender 4.3 Manual*, Blender Documentation, jun. de 2024. dirección: [https://docs.blender.org/manual/es/dev/getting\\_started/about/introduction.html](https://docs.blender.org/manual/es/dev/getting_started/about/introduction.html).
- [20] Microsoft, *Visual Studio*, 2024. dirección: <https://visualstudio.microsoft.com/es/>.
- [21] C. McKenzie, *GitKraken tutorial for beginners*, ago. de 2023. dirección: <https://www.theserverside.com/blog/Coffee-Talk-Java-News-Stories-and-Opinions/GitKraken-tutorial-for-beginners>.
- [22] Google, *Overview of Google Cardboard*, 2024. dirección: <https://support.google.com/cardboard/manufacturers/answer/6321454?hl=en-GB#:~:text=Google%20Cardboard%20is%20an%20inexpensive,VR%20content%20with%20a%20smartphone>.
- [23] Google, *Quickstart for Google Cardboard for Unity*, <https://developers.google.com/cardboard/develop/unity/quickstart>, mar. de 2024.
- [24] P. Moreno-Ger, J. Torrente, Y. G. Hsieh y W. T. Lester, «Usability testing for serious games: Making informed design decisions with user data,» *Advances in Human-Computer Interaction*, vol. 2012, n.º 1, págs. 369-377, 2012.

# Capítulo 5

## Anexos

- **Anexo I** - iPlus - Documento de identificación de participantes
- **Anexo II** - iPlus - Formulario de la entrevista
- **Anexo III** - iPlus - Brainstorming y diagrama de afinidad
- **Anexo IV** - iPlus - Objetivos pedagógicos
- **Anexo V** - iPlus - Propuestas de historias
- **Anexo VI** - iPlus - Historia consensuada
- **Anexo VII** - iPlus - Formulario de Gameplay Diseño
- **Anexo VIII** - iPlus - Matriz de refinamiento
- **Anexo IX** - iPlus - Historias de usuario épicas
- **Anexo X** - Video demostrativo
- **Anexo XI** - Evaluación de usabilidad