

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
INFORMÁTICOS Y DE COMPUTACIÓN**

**DESARROLLO DE JUEGO SERIO BASADO EN REALIDAD
AUMENTADA PARA PREVENCIÓN DE CONTAGIO DE COVID-19**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN SISTEMAS INFORMÁTICOS Y DE COMPUTACIÓN**

CHRISTIAN JAVIER CARRERA DIAZ
christian.carrera@epn.edu.ec


DIRECTORA: Mayra Carrión MSc.
mayra.carrion@epn.edu.ec

CODIRECTOR: Marco Santórum PhD.
marco.santorum@epn.edu.ec

Quito, Julio 2022

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por Christian Javier Carrera Diaz bajo nuestra supervisión.



Mayra Carrion MSc.

DIRECTORA DEL PROYECTO



Marco Santorum PhD.

CODIRECTOR DEL PROYECTO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Christian Javier Carrera Diaz, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.



Christian Javier Carrera Diaz

DEDICATORIA

Me siento muy afortunado por tenerlos cerca. Siempre agradeceré desde el fondo de mi corazón el apoyo y ayuda en este logro importante en mi vida. Dedico este proyecto a mi familia especialmente, pues su creencia inquebrantable me permitió creer en mis capacidades y continuar por este camino. Este camino que se llama conocimiento.

Christian Carrera

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres, pues son las personas que me guiaron a un camino donde poder soñar, cumplir mis objetivos. Su cariño y paciencia han permitido convertirme en lo que soy hoy.

A mis hermanas y amigos por su apoyo incondicional. Siempre preocupándose por mí y dándome animándome para cumplir este objetivo.

A la MSc. Mayra Carrión y al PhD. Marco Santórum por la gran ayuda prestada, paciencia y consideración durante todo el proyecto.

Christian Carrera

TABLA DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
RESUMEN	X
ABSTRACT	XI
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Problemática	1
1.2. Objetivos	2
1.2.1. Objetivo general	2
1.2.2. Objetivos específicos	2
1.3. Alcance	3
1.4. Marco Teórico	3
1.4.1. Juego Serio	3
1.4.2. Enfermedad de Covid-19	3
1.4.3. Medidas de prevención ante contagios de coronavirus	4
1.4.4. Realidad Aumentada	4
1.4.5. Justificación de las herramientas de desarrollo	5
1.5. Resumen del capítulo	7
CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA Y DESARROLLO	8
2. METODOLOGÍA	8
2.1. Propuesta de metodología	8
2.1.1. iPlus	9
2.1.2. Scrum	14

2.2. Arquitectura	18
2.2.1. Descripción general del modelo MVC	18
2.3. Construcción de juego serio	20
2.3.1. Caracterización del problema y solución – Caso de estudio	20
2.3.2. Metodología iPlus.....	21
2.4. Resumen del capítulo	37
<i>CAPÍTULO 3: EVALUACIONES, PRUEBAS Y RESULTADOS</i>	38
3.1. Pruebas de rendimiento	38
3.2. Pruebas de funcionalidad	48
3.3. Evaluación de usabilidad con el usuario final	50
3.4. Resumen del capítulo 3	8
<i>CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</i>	9
4.1. CONCLUSIONES	9
4.2. RECOMENDACIONES	10
5. GLOSARIO DE TÉRMINOS	12
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13
7. ANEXOS	16

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Propuesta de metodología.....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 2. Resumen de metodología iPlus.....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 3. Elementos de Scrum, interacción y eventos</i>	<i>14</i>
<i>Figura 4. Integración de Scrum con iPlus.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 5. Arquitectura MVC para el juego Covidcito Malhechor</i>	<i>18</i>
<i>Figura 6. Estructura de escenario de juego.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 7. Diagrama de afinidad obtenido.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 8. Objetivo Pedagógico Específico N ° 1 Completado</i>	<i>24</i>
<i>Figura 9. Objetivo Pedagógico Específico N ° 2 Completado</i>	<i>24</i>
<i>Figura 10. Objetivo Pedagógico Específico N ° 3 Completado.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 11. Objetivo Pedagógico Específico N ° 4 Completado.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 12. Historia Lúdica Consensuada Parte 1</i>	<i>28</i>
<i>Figura 13. Historia Lúdica Consensuada Parte 2.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 14. Historia Lúdica Consensuada Parte 3.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 15. Historia Lúdica Consensuada Parte 4.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 16. Tarjeta de Relato de Gameplay N° 1.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 17. Tarjeta de Relato de Gameplay N° 5.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 18. Burndown char del Sprint 1</i>	<i>17</i>
<i>Figura 19. Resultados de la historia H1-02.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 20. Primer escenario funcional en Sprint 1.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 21. Burndown char del Sprint 2</i>	<i>21</i>
<i>Figura 22. Funcionalidad de historia H3-01 en Sprint 2</i>	<i>22</i>
<i>Figura 23. Primer escenario observaciones corregidas sprint 2</i>	<i>23</i>
<i>Figura 24. Pantalla de inicio del juego</i>	<i>24</i>
<i>Figura 25. Pantalla de configuraciones.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 26. Pantalla de carga de datos</i>	<i>25</i>
<i>Figura 27. Pantalla de menú principal niveles de juego.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 28. Pantalla de menú principal cambio de nivel.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 29. Pantalla de menú principal comienzo de nivel</i>	<i>26</i>
<i>Figura 30. Pantalla de menú principal configuraciones de sonido.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 31. Flujo del primer nivel en realidad aumentada</i>	<i>28</i>
<i>Figura 32. Pantalla de completado del primer nivel</i>	<i>28</i>
<i>Figura 33. Pantalla de tutorial del primer nivel e información</i>	<i>29</i>
<i>Figura 34. Flujo del segundo nivel en realidad aumentada.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 35. Pantalla de tutorial del segundo nivel e información.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 36. Flujo del tercer nivel en realidad aumentada</i>	<i>32</i>
<i>Figura 37. Pantalla de tutorial del tercer nivel completado</i>	<i>32</i>
<i>Figura 38. Pantalla de tutorial del tercer nivel e información</i>	<i>33</i>
<i>Figura 39. Pantalla de tienda del juego</i>	<i>34</i>
<i>Figura 40. Pantalla de tienda confirmación de compra</i>	<i>34</i>
<i>Figura 41. Pantalla de insignia principal</i>	<i>35</i>
<i>Figura 42. Pantalla de información de la insignia</i>	<i>35</i>
<i>Figura 43. Pantalla de configuraciones.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 44. Resultados de Android Profiler.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 45. Resultados de Unity Profiler 1</i>	<i>44</i>

<i>Figura 46. Resultados de Unity Profiler 2</i>	45
<i>Figura 47. Resultados de Unity Profiler 3</i>	45
<i>Figura 48. Resultados de nivel 3 luego de optimización</i>	47
<i>Figura 49. Resultados de nivel 3 luego de optimización</i>	47
<i>Figura 50. Pruebas de funcionalidad de la pantalla de inicio</i>	49
<i>Figura 51. Pruebas de funcionalidad de la pantalla de nivel 1</i>	50
<i>Figura 52. Proceso de evaluación de usabilidad</i>	51
<i>Figura 53. Reunión de planificación con usuarios con rol de jugador</i>	59
<i>Figura 54. Reunión de planificación con usuarios con rol de jugador</i>	59
<i>Figura 55. Escala de usabilidad de sistema (SUS)</i>	64
<i>Figura 56. Porcentajes de usabilidad por pregunta</i>	2
<i>Figura 57. Porcentajes de usabilidad por categoría</i>	3
<i>Figura 58. Aceptación de las preguntas 1-10</i>	3
<i>Figura 59. Aceptación de las preguntas 11-20</i>	4
<i>Figura 60. Aceptación de las preguntas 21-30</i>	4

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Descripción de herramientas para el proyecto</i>	6
<i>Tabla 2. Roles identificados</i>	21
<i>Tabla 3. Objetivo Pedagógico General</i>	23
<i>Tabla 4. Listado de Objetivo Pedagógico General</i>	23
<i>Tabla 5. Listado de Ideas Seleccionadas</i>	28
<i>Tabla 6. Votación de Géneros de Videojuegos</i>	31
<i>Tabla 7. Palabras Clave</i>	31
<i>Tabla 8. Ideas filtradas</i>	3
<i>Tabla 9. Ideas de gameplay filtradas</i>	4
<i>Tabla 10. Historia de Usuario Épica N° 1</i>	4
<i>Tabla 11. Historia de Usuario Épica N° 2</i>	5
<i>Tabla 12. Historia de Usuario Épica N° 3</i>	6
<i>Tabla 13. Historia de Usuario Épica N° 4</i>	7
<i>Tabla 14. Roles Scrum definidos</i>	7
<i>Tabla 15. Historia de usuario HU01-01</i>	8
<i>Tabla 16. Historia de usuario HU02-01</i>	9
<i>Tabla 17. Historia de usuario HU03-01</i>	9
<i>Tabla 18. Historia de usuario HU04-01</i>	10
<i>Tabla 19. Product backlog</i>	13
<i>Tabla 20. Release planning</i>	13
<i>Tabla 21. Sprint Planning del Sprint 1</i>	14
<i>Tabla 22. Revisión de criterios de aceptación sprint 1</i>	16
<i>Tabla 23. Release planning actualizado en el sprint 1</i>	17
<i>Tabla 24. Sprint Planning del Sprint 2</i>	19
<i>Tabla 25. Revisión de criterios de aceptación sprint 2</i>	20
<i>Tabla 26. Release planning actualizado en el sprint 2</i>	21
<i>Tabla 27. Método para realizar pruebas de rendimiento</i>	38
<i>Tabla 28. Características del dispositivo Android para pruebas de rendimiento</i>	39

<i>Tabla 29. Tabla resultados para pruebas de rendimiento en Unity Profiler.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 30. Tabla resultados para pruebas de rendimiento en Android Profiler.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 31. Resultados de Unity Profiler</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 32. Resultados de Android Profiler</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 33. Consideraciones para optimizar el juego</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 34. Consideraciones para optimizar el juego</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 35. Tareas para el grupo 1</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 36. Tareas para el grupo 2.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 37. Tareas para el grupo 3.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 38. Cuestionario de usabilidad propuesto</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 39. Puntajes de la escala de Likert.....</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 40. Calificación de adjetivos.....</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 41. Escala de calificaciones.....</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 42. Rango de aceptación</i>	<i>2</i>
<i>Tabla 43. Comentarios obtenidos de los usuarios.....</i>	<i>6</i>
<i>Tabla 43. Sugerencias obtenidas de los usuarios.....</i>	<i>7</i>

RESUMEN

En los últimos 2 años de pandemia debido a la enfermedad del covid-19, detuvo la normalidad que habíamos conocido y se ha intentado recuperar en los últimos tiempos mediante la inmunización de la población. Es así como, el siguiente proyecto de titulación propone el desarrollo de juego serio basado en realidad aumentada para prevención de contagio de covid-19 que permita conocer, informar e interactuar con el covid-19 con información importante de medidas de prevención ante un posible contagio con esta enfermedad. El juego permita disminuir los casos de contagios y concientizar a las personas de los peligros de la enfermedad de una manera entretenida y participativa.

En el proceso de desarrollo del juego serio se utilizó el marco de Scrum, combinándolo con la metodología iPlus, como paso inicial para la obtención de los requerimientos y objetivos pedagógicos del juego serio. Posterior se contemplaron pruebas de rendimiento enfocado para dispositivos móviles donde se obtuvo un consumo al 20% de la CPU y memoria RAM, con una ejecución entre 18 a 78 fps en los escenarios críticos como los niveles de juego y el menú principal. Sin embargo, luego de aplicar las optimizaciones se mantiene en 30 fps estables.

A partir de la metodología de evaluación utilizada en el aplicativo se concluyó que el juego serio desarrollado es aceptado y cumple los requerimientos del Product Owner, debido al éxito de las pruebas completadas. Las pruebas de usabilidad dieron como resultado de 81% como porcentaje de usabilidad, donde sus fortalezas basados por las categorías son interfaz (84%) y multimedia (90%) mientras las debilidades encontradas el "Gameplay" (72%) y las "Técnicas de Gamificación" (76%). En conclusión, se estableció que la realidad aumentada puede ser un componente importante en un juego serio, debido a su interacción en el mundo real y, con ayuda de elementos de gameplay y de gamificación, puede motivar a los usuarios en aprender de una manera divertida e interactiva.

Palabras clave: realidad aumentada, educación, juego serio, metodologías ágiles, covid-19.

ABSTRACT

In the last 2 years of pandemic due to the covid-19 disease, the normality that we had known stopped and has been tried to recover in recent times by immunizing the population. This is how the following degree project proposes the development of a serious game based on augmented reality for the prevention of contagion of covid-19 that allows knowing, informing and interacting with covid-19 with important information on prevention measures in the face of a possible contagion. with this disease. The game makes it possible to reduce cases of contagion and make people aware of the dangers of the disease in an entertaining and participatory way.

In the development process of the serious game, the Scrum framework was used, combining it with the iPlus methodology, as an initial step to obtain the requirements and pedagogical objectives of the serious game. Subsequently, performance tests focused on mobile devices were considered, where a consumption of 20% of the CPU and RAM memory was obtained, with an execution between 18 and 78 fps in critical scenarios such as the game levels and the main menu. However, after applying the optimizations it remains at a stable 30fps.

From the evaluation methodology used in the application, it was concluded that the serious game developed is accepted and meets the requirements of the Product Owner, due to the success of the completed tests. The usability tests resulted in 81% as a percentage of usability, where its strengths based on the categories are interface (84%) and multimedia (90%) while the weaknesses found are "Gameplay" (72%) and "Techniques". of Gamification" (76%). In conclusion, it was established that augmented reality can be an important component in a serious game, due to its interaction in the real world and, with the help of gameplay and gamification elements, it can motivate users to learn in a fun way. and interactive.

Keywords: augmented reality, education, serious game, agile methodologies, covid-19.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

En la última década, las tecnologías de la información han sido usadas para varias áreas de aplicación en la vida cotidiana, donde los juegos serios han desarrollado en diversas áreas del conocimiento como militar, salud, ventas, educación y la medicina con el interés, donde el objetivo es educar y evaluar el rendimiento de los usuarios. En el área de la salud, una persona sana cuando usa los juegos serios puede familiarizarse con los procedimientos de monitoreo y los riesgos ambientales o insalubres que pueden afectar la probabilidad de desarrollar alguna enfermedad a lo largo de su vida[1] .

En 2019, apareció la enfermedad COVID-19 provocando un confinamiento y aumentando en el uso de objetos de desinfección en las interacciones con otras personas. Los científicos alrededor del mundo han respondido de manera activa en el desarrollo de soluciones que permitan la inoculación y disminuir los riesgos cuando se contagia una persona. Por ello, el gobierno ecuatoriano ha intentado disminuir el número de contagios en la población mediante la vacunación, disminución de aforos, restricción y eliminación de posibles vías de transmisión masivas que han resultado favorablemente [2][3]. Sin embargo, es necesario educar a la población para evitar la indiferencia a las medidas de protección de parte de la población mediante un juego serio que informará al jugador de estas medidas mediante la inmersión a una historia, con el propósito de prevenir un futuro contagio.

Por lo demás, se integrará la tecnología de realidad aumentada en el juego, su facilidad de mantener la inmersión y la concentración del usuario en una actividad mostrada en el mundo real. La realidad aumentada permite mezclar elementos reales añadiendo elementos virtuales diseñados para crear una nueva comunicación escenografía en un ambiente conocido, como tu cuarto, tu sala mediante un conjunto de dispositivos tecnológicos [4] permiten otorgar una experiencia más divertida y educativa para el usuario.

1.1 Problemática

Al no ser usados los objetos desinfectantes y las medidas de prevención ante un posible contagio, ha incremento las variantes del virus relacionado con la enfermedad Covid-19

causado por la falta de concientización y prevención de las personas. Por ello, se propone el uso de juegos serios con AR, con el propósito de fomentar el compromiso del cuidado sanitario personal, informar sobre la enfermedad y entretener mediante la interacción con objetos virtuales en el mundo real como el propio virus mediante dispositivos tecnológicos [5], facilitando la comprensión de los riesgos y fomentar la actitud del usuario para reducir la probabilidad de contagiarse [6].

Este proyecto propone el desarrollo de un juego serio con contenidos interactivos, informativos y educativos sobre el Covid-19 con la tecnología de realidad aumentada en dispositivos móviles. El juego serio permitirá informar los riesgos y prevenciones de esta enfermedad y fomentar conciencia de prevención ante un posible contagio a los usuarios.

El contenido de este proyecto constituye de 7 capítulos. El primer capítulo corresponde a la introducción, donde se presenta la problemática, los objetivos, el alcance, el marco de referencia inferido luego de una revisión sistemática de la literatura y las herramientas que serán usadas. En el segundo capítulo se presenta la metodología utilizada para el desarrollo del juego serio. El tercer capítulo incluye la evaluación y los resultados. En el capítulo 4 se presentan las conclusiones y recomendaciones obtenidas al finalizar el proyecto integrador. El capítulo 5 contiene el glosario de términos. En el capítulo 6 se presentan las referencias bibliográficas utilizadas durante el trabajo. Finalmente, el capítulo 7 corresponde a los anexos.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Desarrollar un juego serio basado en realidad aumentada para la concientización y prevención de contagio del Covid-19.

1.2.2. Objetivos específicos

- Diseñar el juego serio utilizando la metodología iPlus para la definición de los objetivos lúdicos y pedagógicos, mecánicas funcionales y la definición de historias de usuario.
- Desarrollar un juego serio educativo con realidad aumentada orientado a dispositivos móviles mediante un enfoque ágil con Scrum.

- Evaluar el juego serio mediante criterios de rendimiento, usabilidad y funcionalidad y disponerlo en un ambiente productivo.

1.3. Alcance

El juego serio educativo será una aplicación móvil para las plataformas de Android e IOS, que permitirá informar, educar y entretener sobre la enfermedad del Covid-19 mediante la interacción de objetos en escenarios diseñados para realidad aumentada, proporcionando registros de progresos de la actividad y recompensas al completar retos del juego.

1.4. Marco Teórico

1.4.1. Juego Serio

El objetivo de este proyecto es informar a los usuarios sobre la enfermedad de Covid-19 y concientizar el uso de las medidas de prevención ante posibles contagios mediante el desarrollo de un juego serio con la tecnología de realidad aumentada para dispositivos móviles.

Según Clack. [7] define a los juegos serios como un recurso explícitamente educativo, pues su diseño es cuidadosamente pensado para el aprendizaje y la enseñanza, combinados con la tecnología digital permitiendo al usuario mejorar la comprensión de un tema de manera rápida y divertida.

1.4.2. Enfermedad de Covid-19

La enfermedad Covid 19 es infecciosa y causada por un coronavirus llamado “sars-cov-2” descubierto en el año 2019, donde las personas infectadas pueden presentar cuadros respiratorios de leves a moderados como aquellos con afecciones médicas subyacentes, como enfermedades cardiovasculares, diabetes, enfermedades respiratorias crónicas o cáncer, tienen más probabilidades de presentar un cuadro grave [8].

Actualmente en Ecuador, los casos de contagio y muertes han llegado 457489 y 21545 respectivamente debido a esta la enfermedad emitido por el Ministerio de Salud Pública desde el inicio de la pandemia, ha provocado un impacto social y económico [9]. En este

año 2022 en Ecuador, el plan de vacunación ha dado el resultado de 49.115 casos confirmados a 1.519 positivos, que significa una disminución considerable a partir de la cifra expuesta anteriormente [10]. A pesar de esto, es necesario respetar aun las medidas de prevención personal para que los casos continúen en su disminución en todo el país.

1.4.3. Medidas de prevención ante contagios de coronavirus

Dado el virus sars-cov-2 se propaga mediante las gotas de saliva o las secreciones nasales cuando una persona infectada tose o estornuda, es necesario tomar medidas de prevención a contagios y frenar la transmisión [11]. La mejor forma correcta es estar informado sobre virus y la enfermedad Covid-19, lavándose las manos o usando un gel hidroalcohólico con frecuencia, el uso de la mascarilla y vacunarse mediante el plan de vacunación que pone a disposición el gobierno ecuatoriano. Con estas medidas se puede prevenir un contagio si las seguimos correctamente y en todo momento.

1.4.4. Realidad Aumentada

La realidad aumentada (AR) es una tecnología que combina información virtual con el mundo real mediante el uso de recursos multimedia, modelado 3D, seguimiento y registro en tiempo real, detección y entre otros, para realizar una simulación generada por computadora [12]. En los últimos años, cada vez más desarrolladores se han inmerso e innovando en el desarrollo en esta tecnología con el objetivo de experimentar nuevas cosas aplicándolos en diferentes áreas como educativos, publicitaria, entretenimiento.





La realidad aumentada permite la interacción inteligente mediante dispositivos de hardware como computadores, dispositivos móviles, entre otros. Según Chen Y. [13] afirma que la realidad aumentada es una tecnología de desarrollo de interacción inteligente, no solo superpone información virtual a escenas reales, sino que también se da cuenta de la interacción entre personas y objetos virtuales en escenas reales. Esta funcionalidad que ofrece la realidad aumentada permite al usuario puede lograr una mejor experiencia de entretenimiento como de aprendizaje.

1.4.5. Justificación de las herramientas de desarrollo

Según Gutiérrez, lo más importante en la creación de un videojuego es la creación del concepto, la historia, su mundo y mecánicas. Estos componentes tienen que ser atractivos para los usuarios para mantener las ideas a plasmar claras y entretenidas. En la etapa de la creación se incluyen las herramientas y el motor gráfico que se usará para desarrollarlo que permita integrarlo en dispositivos o plataformas accesibles por todo el público objetivo del juego [14].

Los motores para desarrollo de videojuegos contienen herramientas que brindan facilidad y agilidad al desarrollador. Unity es la herramienta elegida para el desarrollo de este proyecto, debido al soporte de desarrollo de videojuegos con facilidad y varias plataformas tanto móviles como escritorio.

En la tabla 1, encuentran expuestas todas las herramientas usadas para la elaboración de este proyecto.

Herramientas	Descripción	Utilización	Versión
 Unity	Software que permiten el diseño, la creación y el funcionamiento de un entorno interactivo de un videojuego y recursos web [15].	Animación, programación y diseño de los conceptos del videojuego	2020.3.16f 1 LTS
 Adobe Photoshop	Herramienta de edición de imágenes y fotografía [16].	Modelado de menús y contenido gráfico en 2D	20.0.6
 Adobe Illustrator	Software de gráficos vectoriales estándares gráficos, logotipos, iconos, ilustraciones, etc. [17]	Modelado de menús y contenido gráfico en 2D	23.0.5
 Blender	Suite de creación 3D gratuita y de código abierto [18].	Modelado, animación de contenido gráfico en 3D	2.93.4 LTS


<p>Android studios</p> 	<p>Android Studio es el IDE oficial de Android para compilar apps para todos los dispositivos Android [19].</p>	<p>Compilación, debug e implementación de la app creada.</p>	<p>2020.3.1</p>
<p>C #</p> 	<p>C # es un lenguaje de programación orientado a objetos y orientado a componentes [20].</p>	<p>Programación</p>	<p>4.0.30319.42000</p>
<p>JetBrains Rider</p> 	<p>IDE .NET multiplataforma basado en la plataforma IntelliJ y ReSharper [21].</p>	<p>Programación</p>	<p>2021.2</p>
<p>SQLite</p> 	<p>Biblioteca en lenguaje C que implementa un motor de base de datos SQL pequeño [22].</p>	<p>Almacenamiento de datos</p>	<p>3.36.0</p>

Tabla 1. Descripción de herramientas para el proyecto

Fuente: [Elaborado por el autor]

Como complemento al motor de desarrollo Unity se instaló la librería Open Source llamada AR Foundation. Esta librería permite trabajar con realidad aumentada y desplegarla en multiplataforma, con el objetivo de experimentar y explorar nuevos conceptos de desarrollo de realidad aumentada en el motor de Unity [23]. Por la facilidad que proporciona esta herramienta para el desarrollo de escenas en realidad aumentada se usará en el proceso de desarrollo.

1.5. Resumen del capítulo

En este capítulo se muestra una breve introducción del proyecto a ser implementado, la problemática a resolver, el objetivo general y específicos a llevar a cabo; el alcance, definiciones de conceptos significativas con el fin de dar un contexto para la metodología y el desarrollo y finalmente, la justificación de las herramientas a ser usadas para el desarrollo.

CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA Y DESARROLLO

2. METODOLOGÍA

2.1. Propuesta de metodología

En esta sesión se propone desarrollar el juego serio en tres etapas, donde las metodologías consideradas deben tener un enfoque ágil. La primera metodología debe ser iPlus, pues permitirá obtener los requerimientos para el juego serio y luego crear las historias épicas y de usuario como resultado de esta etapa. En la segunda, se va a utilizar el marco de Scrum, como metodología para el desarrollo de software, la cual mediante iteraciones permite realizar entregables funcionales para ser mostrada, probada y aceptada por el cliente. Finalmente, en la tercera etapa se realiza pruebas funcionales, rendimiento y usabilidad del juego para posteriori publicarlo.

En la etapa inicial se necesita establecer los requerimientos del cliente para el juego serio. Por ello, la metodología complementaria experimental llamada iPlus [24] fue establecida junto con la MSc. Mayra Carrión como parte de su tesis doctoral para el desarrollo de este proyecto. Como resultado se obtiene los requerimientos en un documento de diseño del juego serio y transformarlos en historias de usuario.

La segunda etapa del proyecto, el juego serio empieza su desarrollo mediante el marco Scrum: los Sprints, Sprint Reviews y Sprint Retrospectives, entre otros. El objetivo es entregar las soluciones mediante la generación de entregables que serán evaluados al final de cada Sprint con la aplicación de pruebas para verificar la funcionalidad implementada y encontrar errores encontrados para su corrección [25].

Finalmente, En la tercera etapa comienza cuando se ha desarrollado con éxito todas las historias de usuario y no existe más funcionalidades a ser implementadas. Se realiza el cierre del proyecto cuando las pruebas de funcionalidad, rendimiento y usabilidad sean exitosas para posterior realizar el lanzamiento del videojuego especificando las versiones a entregar que están descritas y detalladas en la documentación final.

La figura 1 muestra una representación del proceso para el plan y desarrollo del juego serio con propósito educativo.

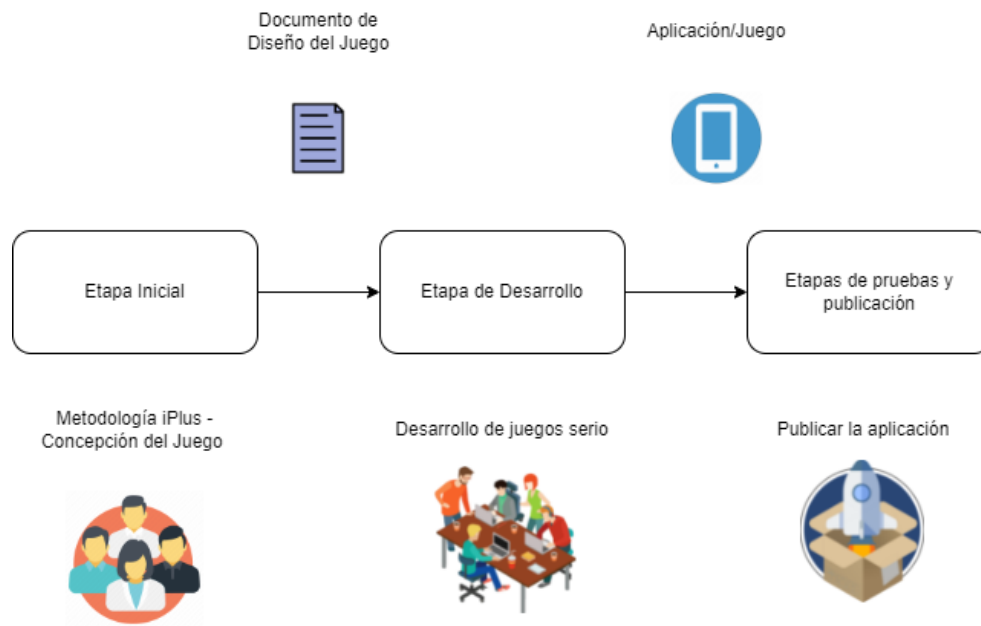


Figura 1. Propuesta de metodología

Fuente: [Elaborado por el autor]

En las siguientes subsecciones se presentará de manera detallada cada metodología.

2.1.1. iPlus

La metodología iPlus es una propuesta realizada por Msc. Mayra Carrión et al. [24] y [26], que tiene como objetivo otorgar herramientas para el diseño juegos serios educativos, centrándose en el usuario mediante procesos de proponer, conseguir ideas y elementos necesarios para el juego serio con la participación expertos de varias áreas de conocimiento para obtener como resultado los requerimientos para empezar la etapa de desarrollo.

2.1.1.1. Fases de iPlus

En la figura 2, se presenta un resumen ilustrativo de las fases de la metodología de iPlus. Una explicación breve de los recursos utilizados, objetivos y los entregables de cada una de las etapas. Adicional, se obtienen las historias épicas de usuario que serán un requisito de entrada en una metodología de desarrollo de software con un enfoque ágil.

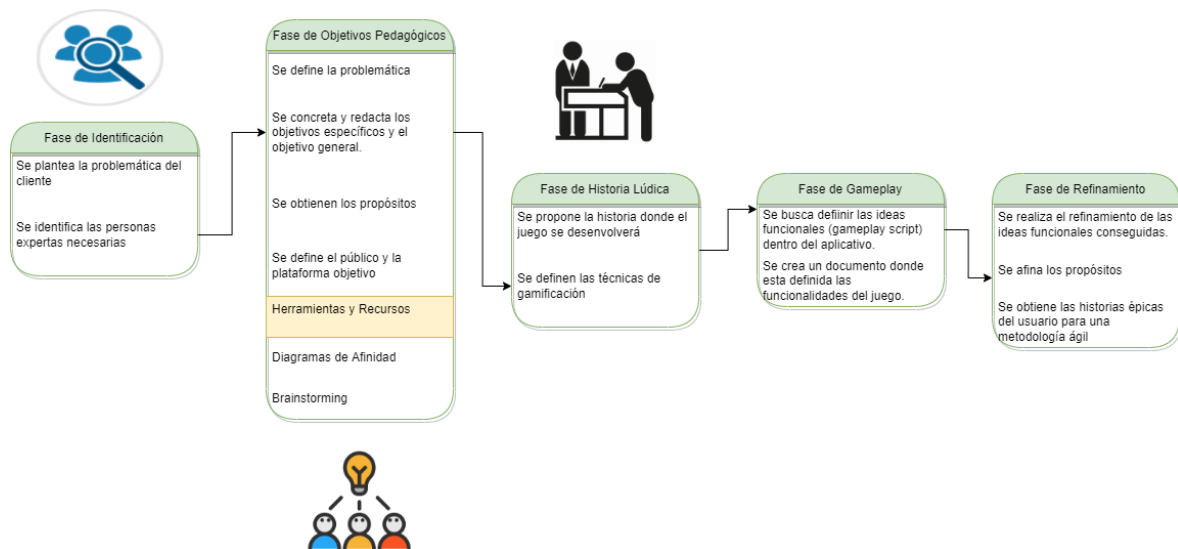


Figura 2. Resumen de metodología iPlus.

Fuente: [26]

- **Fase de Identificación:**

Como objetivo es la identificación de la problemática y las necesidades del cliente, mediante la participación de expertos de varias áreas que estarán involucrados en la concepción del diseño del juego serio llamado “Covidcito Malhechor” para reunir los requerimientos apropiados [26]. Las actividades realizadas en esta fase son:

- **Actividad 1 – Identificación del Problema:** En esta actividad se realiza una reunión de trabajo con el cliente (Product Owner), donde nos expone sus necesidades o problemática para encontrar una posible solución a la misma. Al detectar la solución continua la siguiente actividad.
- **Actividad 2 – Identificación de los Participantes:** En esta actividad se identifica los participantes que intervendrán en la elaboración del diseño del juego serio. Con la ayuda del cliente se identificará a las siguientes personas con los siguientes roles:
 - **Experto de la Temática (Product Owner):** Es una persona especializada y conocedora de la temática específica, además, será encargada de la justificar tanto el proyecto como los requerimientos que fueron reunidos para el diseño.

- **Experto Pedagógico:** Es una persona especializada en los procesos educativos y formación, con su ayuda permitirá definir los objetivos pedagógicos para el juego serio.
- **Experto Diseñador de Videojuegos:** Es una persona especializada en el diseño y desarrollo de videojuegos, delegado en la explicación de la historia del juego, funcionalidades y mecánicas que serán integradas en el juego serio.
- **Experto Desarrollador:** Es una persona especializada en el diseño y desarrollo de sistemas informáticos, mediante el uso de tecnologías disponibles para el desarrollo de programas informáticos. Esta persona se encargará en el desarrollo el juego serio y en las sesiones de trabajo propondrá una visión de trabajo que sean ajustadas a los requerimientos expuestos por el cliente.
- **Usuario:** Es la persona objetivo que usará el aplicativo, consumirá el juego serio proponiendo mejoras necesarias de acuerdo a su punto de vista que sean parte de la temática principal.

- **Fase de Definición de Objetivos Pedagógicos:**

En esta fase se definirá los objetivos pedagógicos general y específicos para el juego serio. El experto en pedagogía es el responsable de la correcta formulación de los objetivos. Por consiguiente, el facilitador conocedor de la metodología tomará la guía de la sesión de trabajo a partir de esta fase [26]. Por ello, esta fase consiste de las siguientes actividades:

- **Actividad 1 – Entrevista al Producto Owner:** El facilitador plantea preguntas al Producto Owner de acuerdo a la problemática, donde el resto de participantes anotan las ideas y necesidades relevantes, en Post-its amarillos. Al finalizar este paso, estas ideas son tratadas como propósitos del juego serio mediante la técnica de brainstorming.
- **Actividad 2 – Realización del diagrama de Afinidad:** El objetivo es agrupar las ideas o propósitos expuestas por todos los participantes, luego consensuarlos en propósitos clave con la ayuda del experto pedagógico y el facilitador.
- **Actividad 3 – Definición Objetivo Pedagógico General:** A partir de los propósitos acordados, el experto pedagógico define el objetivo pedagógico general.
- **Actividad 4 – Formulación Objetivos Pedagógicos Específicos:** Con la ayuda de todos los participantes se definen los objetivos pedagógicos específicos por roles

identificados y sus funciones para el juego serio mediante las preguntas: ¿quién? ¿qué? y ¿para quién?

- **Actividad 5 – Relacionar Propósitos con los Objetivos Pedagógicos:** En esta actividad se relacionan los propósitos sin relación con el fin de promover su valor al momento de organizarlos con los objetivos pedagógicos específicos.

- **Fase de Definición de Historia Lúdica:**

En esta fase se representa una posible historia que incluya los elementos de gamificación para los escenarios del juego serio. Las actividades son las siguiente:

- **Actividad 1 – Descripción de la Posible Historia:** Los participantes redactan, a partir de los objetivos y propósitos expuestos, una posible historia para el juego serio que incluya elementos de gamificación.
- **Actividad 2 – Presentación de las Posibles Historias:** Las historias escritas por cada participante es expuesta y socializada ante los otros participantes.
- **Actividad 3 – Selección Ideas Propuestas:** En esta actividad se entrega pegatinas de colores por parte del Product Owner, donde se clasificarán con las ideas expuestas por los participantes de la siguiente manera: para las pegatinas de color verde las ideas positivos o posibles de hacer y, para las pegatinas de color rojo las ideas no factibles
- **Actividad 4 – Creación de la Historia Consensuada:** Con ayuda de los participantes, el Product Owner redactará la historia en base de las ideas factibles seleccionadas.

- **Fase de Ideas Funcionales o Gameplay:**

En esta fase se diseña las funcionalidades que tendrá el juego serio utilizando la técnica de los “bloques gameplay” o conocido también como bloques de jugabilidad. Estos tienen todas las acciones posibles organizadas que pueden realizarse para el juego serio. En esta fase comprende 4 actividades:

- **Actividad 1 – Desarrollo de Ideas Funcionales (Gameplay):** En esta actividad el diseñador de videojuegos da a muestra y explicar a detalle, el significado de cada bloque gameplay donde los participantes tengan la capacidad de diseñar varias ideas funcionales.
- **Actividad 2 – Presentación Gameplay:** Se realiza la presentación por parte de cada uno de los participantes de los scripts redactados.

- **Actividad 3 – Identificación del Género de Videojuegos:** Los participantes y el Product Owner identifican el género del juego serio a partir de las ideas expuestas por todos los participantes.
- **Actividad 4 – Definición de términos Clave del Juego Serio:** En esta actividad se escribe hasta cinco palabras clave que describa el juego serio por parte de cada participante.

- **Fase de Refinamiento:**

En esta última fase, la metodología tiene como resultado las historias de usuario épicas para el juego serio mediante una matriz de refinamiento que toma como referencia la ISO 830 [27]. Donde se identifican, cuantifican y escriben en cada una de las historias de usuario épicas las necesidades a resolver con el software. A continuación, se describe las actividades que componen esta actividad para obtener las historias de usuario épica:

- **Actividad 1 – Refinamiento de ideas/propósitos:** Mediante la definición de criterios en la matriz de refinamiento, se realiza un filtrado de las ideas o propósitos expuestos en toda la reunión de iPlus. Esta actividad es realizada por el desarrollador de manera independiente para luego exponerlo al Product Owner para validar y consensuar el resultado.
- **Actividad 2 – Refinamiento Gameplay:** Este proceso es realizado nuevamente el desarrollador, donde se realiza una depuración de los scripts generados por los participantes mediante el cuestionario de validación de requerimientos con el objetivo de refinar la funcionalidad a ser implementada y está dentro de las capacidades del desarrollador. Al final esta actividad se tiene que validar el resultado con el Product Owner.
- **Actividad 3 – Definición de Historias Épicas:** En actividad se procede a escribir los requerimientos usando la plantilla de iPlus, a partir de las ideas y los otros recursos refinados y definidos para las historias de usuario épicas.

Finalmente, la metodología iPlus como resultado de todas sus fase y actividades, se obtuvo las historias de usuario épicas para continuar con el desarrollo del juego serio con el marco ágil de Scrum. Además, se obtuvieron los elementos e ideas para el diseño del juego reglas, bonificaciones, mecánicas, elementos gameplay que son usados en los diferentes escenarios de los juegos. A partir de todos estos recursos, se desarrolló el primer prototipo del juego serio que será refinando antes de la fase de desarrollo.

2.1.2. Scrum

Scrum es un marco ligero ágil, el cual proporciona el apoyo a las persona, equipos y organizaciones a generar valor a través de las soluciones adaptables para problemas con diferentes niveles de complejidad, donde se obtiene un producto de manera productiva y creativa, en tiempos planificados y consensuados [28].

Este marco de trabajo se fundamenta en un equipo multifuncional y autoorganizado donde no existe una persona liderando al equipo para la resolución de problemas encontrados, sino el mismo equipo es autosuficiente. Por ello, un proyecto se puede dividir en una serie de fragmentos donde el equipo autogestiona su trabajo y, se desarrolla una relación de confianza con el cliente y un desarrollo evolutivo con mejoras [29].

2.1.2.1. Elementos de Scrum

El marco ágil de scrum se compone de elementos como roles, eventos y artefactos, los cuales tienen una relación e interacción durante un periodo de tiempo. En la figura 3 se detalla el flujo del proceso de Scrum.

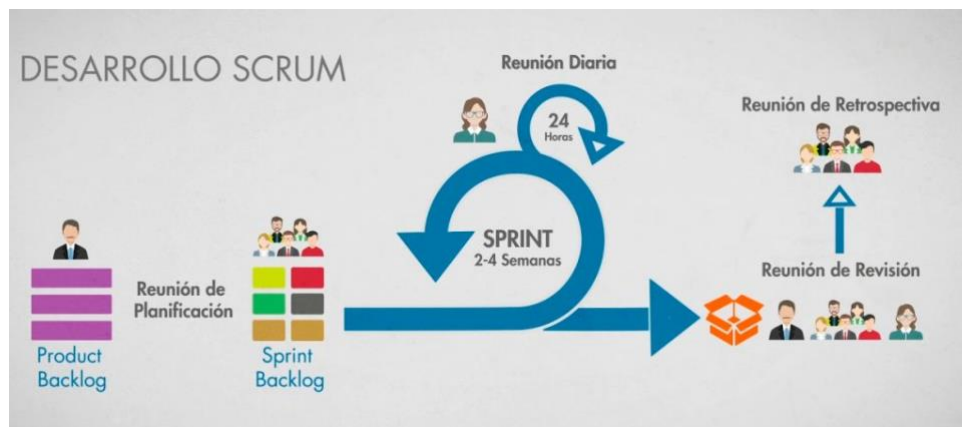


Figura 3. Elementos de Scrum, interacción y eventos. Fuente: [Elaborado por el autor]

a) Roles

Scrum propone diversos roles en todo el proceso de la metodología que como resultado se obtiene un equipo multifuncional. Los roles en este equipo son los siguientes:

- **Product Owner (Propietario del producto):**

Representa al resto de stakeholders en el desarrollo del proyecto, además, es responsable de comunicar las necesidades del producto a crear con una perspectiva de negocio para el equipo de desarrolladores [30].

- **Scrum Master**

Es el especialista de la metodología y encargado del proceso Scrum, el cual verifica la aplicación correcta de la misma. También, es un facilitador y protector del equipo, pues ayuda en resolver los inconvenientes y contingencias que puedan ocurrir durante el sprint que impidan el cumplimiento los objetivos propuestos [30].

- **Equipo de Desarrolladores**

Son los responsables de analizar e implementar los trabajos expuestos en el Sprint Backlog para aumentar la funcionalidad del producto. Cada integrante autogestiona sus propias tareas y debe comprometerse en cumplirlos con las fechas y calidad acordadas [30].

b) Eventos

Estas herramientas permiten la comunicación y organización del trabajo para alcanzar el objetivo final, estos son:

- **Sprint**

Es el núcleo central de Scrum, donde las ideas se convierte en valor. Este evento tiene una duración fija de hasta un mes para crear consistencia. Dado que es un ciclo, el siguiente sprint continua inmediatamente luego de la conclusión del anterior. Durante el sprint, se refina el Product Backlog y se adecua el alcance con el propietario para mantener la calidad del producto [28].

- **Sprint Planning (Planificación del sprint)**

Esta herramienta permite diseñar los trabajos y tareas que se van a realizar en el Sprint. Este método es realizado por todo el equipo Scrum de manera colaborativo. Además, el Product Owner se asegura de la asistencia y análisis de los elementos de Product Backlog y estén capacitados para realizarlos [28].

- **Sprint Daily (Reuniones de pie)**

Consiste en una reunión de duración como máximo 15 minutos, donde los integrantes del equipo dan a conocer el trabajo realizado el día anterior y el ser realizado el presente día. Además, permite comunicar el estado de progreso de los trabajos o los inconvenientes que impiden alcanzar los objetivos [28].

- **Sprint Review (Reunión de revisión de sprint)**

Esta reunión es realizada al final del sprint, con el fin de revisar y corregir el resultado de los trabajos de ser necesario. Además, permite una retroalimentación de parte del equipo para mejorar la calidad del producto final [28].

- **Sprint Retrospective (Reunión de retrospectiva)**

Es una reunión donde se presentan los resultados del trabajo con el enfoque realizado. Se verifica los puntos que se ejecutaron bien, se ejecutaron mal, que deben ser mejorados y aquellos nuevos puntos aprendidos para el siguiente sprint [28].

c) Artefactos

Esta herramienta representa los elementos de trabajo a ser realizado. A continuación, se presentan todos los utilizados en el marco scrum:

- **Product Backlog (Lista de producto)**

Es una lista ordenada por prioridad de los requerimientos necesarios para mejorar el producto. Estos elementos están listos para ser seleccionados por el equipo Scrum y planificar sus tareas. Los desarrolladores del equipo deben comprender su alcance y objetivos antes de tomar estos trabajos para comprometerse en finalizarlos [28].

- **Sprint Backlog (Lista de pendientes del sprint)**

Es una lista de trabajos pendientes del sprint realizada por los desarrolladores para los desarrolladores. En ella se puede visualizar el tiempo estimado para realizar cada trabajo con el fin de cumplir con los objetivos del Sprint. Este artefacto se debe mantener actualizado a lo largo del Sprint para tener información del progreso de los trabajos [28].

- **Incremento**

Un incremento es un aporte específico a la funcionalidad del producto, este artefacto puede ser requerido por el cliente antes, durante o después de la entrega del producto. La liberación de cada incremento puede ser luego de su exposición en el Sprint Review y la aceptación del cliente [28].

- **Burndown chart**

Es un gráfico representativo de la velocidad con cual se están completando los trabajos comprometidos. Además, permite la extrapolación del cumplimiento de los trabajos en el tiempo estimado [28].

- **Historias de usuario**

Son parte del enfoque ágil donde su descripción son breves y sencillas de una funcionalidad o trabajo desde la perspectiva del Product Owner. Estas descripciones pueden tener diferentes niveles de detalle. Las historias pueden ser épicas, que tienen una funcionalidad de gran magnitud concreta, y las historias normales que son fragmentos de una historia épica que se puede asignar tareas para ser desarrolladas en el sprint .

2.1.3. Integración de Scrum e iPlus

La relación de ambos marcos de trabajo es complementaria. iPlus tiene técnicas o mecanismos para obtener los requerimientos, como resultado se obtiene las historias épicas y game script fragmentado en historias manejables, medibles y organizables para entregar una funcionalidad. Scrum usa estos recursos como entradas para planificar los sprints backlog, product backlog y los incrementos. En la apreciar en la figura 4 muestra esta correlación.

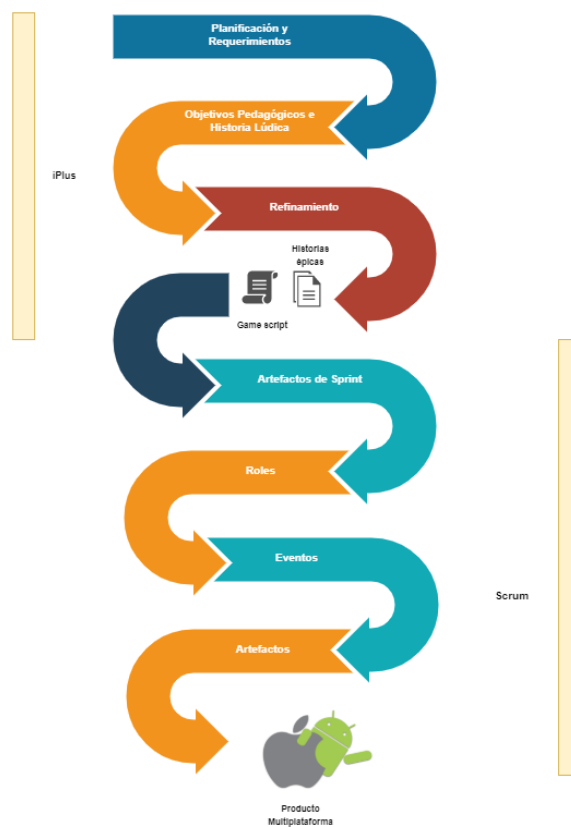


Figura 4. Integración de Scrum con iPlus

Fuente: [Elaborado por el autor]

2.2. Arquitectura

2.2.1. Descripción general del modelo MVC

El patrón de diseño de arquitectura MVC (Modelo Vista Controlador) permite mantener independiente los componentes de todo tipo de aplicativos. Cada componente de este modelo mantiene una parte del aplicativo modular donde se comunican mediante controladores diseñados para entregar o recibir información [31].

Los componentes de modelo MVC son los siguientes:

- **Modelo:** este elemento contiene la representación de los datos del aplicativo, la lógica de negocio y mantiene un registro de las vistas y controladores.
- **Vista:** este elemento es la interfaz de usuario donde se muestra la información y recibe los datos de entrada del usuario.
- **Controlador:** este elemento es un intermediario entre Modelo y la Vista, donde gestiona el flujo de información tanto de la entrada y la salida de ellos. Adicional, adapta los datos si es necesario.

En la figura 5 se muestra el modelo de arquitectura realizada para el juego serio Covidcito Malhechor.

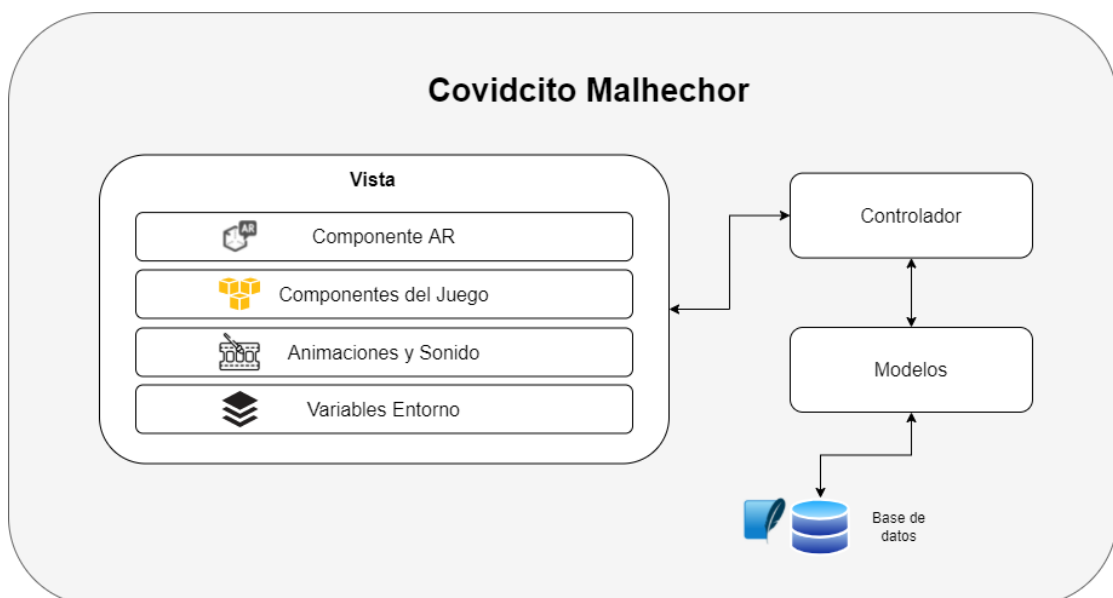


Figura 5. Arquitectura MVC para el juego Covidcito Malhechor

Fuente: [Elaborado por el autor]

Este modelo fue seleccionado por la experiencia del desarrollador utilizándolo en otros proyectos, también, la facilidad de integrarlo en el área de los videojuegos. Sin embargo, el modelo de la vista necesita ser adaptado para el juego serio desarrollado en Unity, pues la integración de la tecnología de AR y la frecuencia de cambios en los requerimientos del cliente no cumple con los atributos de mantenibilidad del proyecto [32]. Por ello, este modelo será solamente una referencia para concebir la estructuración y organización de los elementos del juego en componentes, en la figura 6 se muestra el listado de componentes de un escenario de juego.

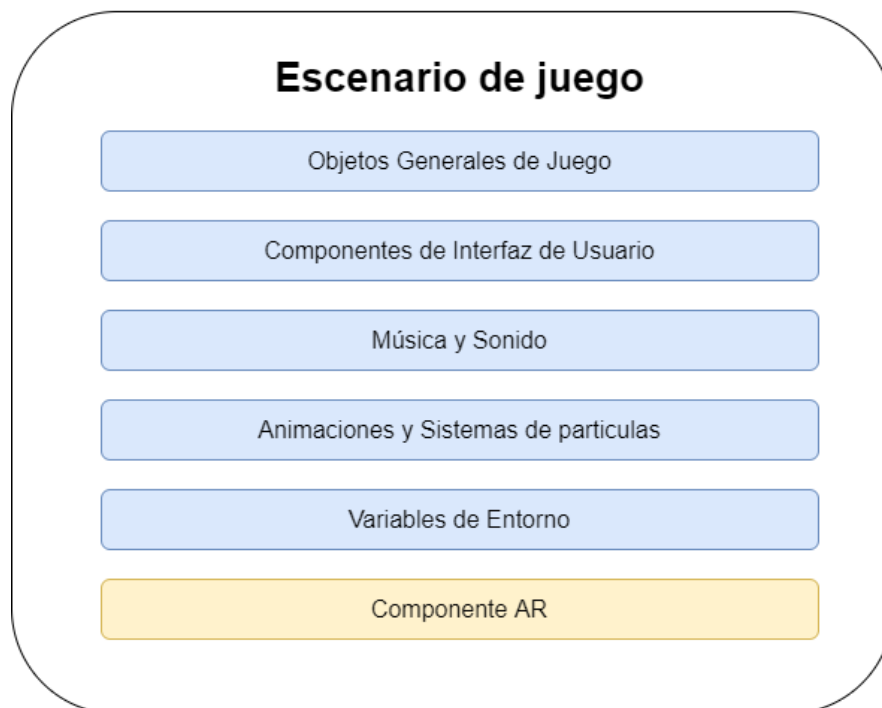


Figura 6. Estructura de escenario de juego

Fuente: [Elaborado por el autor]

2.2.2. Estructura de Escenario de juego

Los escenarios de juego para el proyecto **Covidcito Malhechor** serán estructurados y organizados por componentes, donde puedan ser independientes con otros escenarios e interactuar entre ellos:

- **Objetos generales de Juego:** son los objetos modelados 3D y 2D que contienen propiedades y scripts diseñados para cada escenario del juego.

- **Componentes de interfaz de usuario:** son elementos como ventanas, cuadros de diálogos y mensajes de información, entre otros. Este componente contiene propiedades generales reutilizables para cada escenario.
- **Música y sonido:** contienen las propiedades de efectos de sonido de objetos de juego y la música ambiental del escenario.
- **Animaciones y sistemas de partículas:** contiene las propiedades de animaciones y las propiedades de control del sistema de partículas para los objetos del juego.
- **Variables de entorno:** contiene variables generales del escenario, las cuales son utilizadas en tiempos de compilación y ejecución. Adicional, algunos de estos valores son precargados desde la base de datos.
- **Componente AR:** contiene propiedades y controladores específicos para la tecnología AR que son adaptados para cada escenario.

2.3. Construcción de juego serio

Esta sección expone los procesos aplicados para la elaboración del diseño del juego serio mediante la metodología de iPlus, vinculado con el marco de trabajo de Scrum para el desarrollo ágil.

2.3.1. Caracterización del problema y solución – Caso de estudio

A lo indicado en el capítulo anterior, el problema que existen ante la enfermedad del Covid-19 es la falta de concientización y prevención de la población que provoca mayor probabilidad de contagiarse. Si una persona se contagia, el programa de inmunización a nivel nacional proporciona una protección efectiva para reducir la intensidad de los síntomas cuando posee la enfermedad. Por ello, se propuso el uso de los juegos serios con la tecnología de AR para fomentar el compromiso del cuidado sanitario personal de una manera atractiva y entretenida.

El aplicativo constará con 3 escenarios interactivos, informativos e ilustrativos sobre formas de protegerse ante el Covid-19 utilizando AR. El primer escenario permitirá recolectar objetos necesarios y de emergencia para estar protegidos antes de salir a la calle. En el segundo escenario tenemos que ayudar a una persona contagiada prestándole objetos de protección contra el Covid-19, pero intentando mantener la distancia adecuada para evitar un contagio. El tercer escenario, se debe destruir a los virus observados en el escenario y evitar acercarse demasiado para no contagiarse. Por otro lado, existe una sección de

insignias obtenidas al completar los retos de los escenarios. Por cada nivel completado se obtendrán monedas que nos permitirá comprar más munición de las armas disponibles en el juego y sea más sencillo completarlos.

El aplicativo será para plataformas móviles y estará disponible en la tienda de Android inicialmente. Sin embargo, debido al costo de exposición en la tienda de IOS de Apple se expondrá en una web accesible para su instalación. Adicional, el aplicativo necesitará de requisitos mínimos específicos para su funcionamiento, los cuales se encontrarán en los sitios de descarga para su revisión y verificación.

2.3.2. Metodología iPlus

Antes de empezar el proceso de desarrollo, se necesita disponer de los requerimientos del cliente para la aplicación. Por ello, se realizó la recolección de cada una de las necesidades, siguiendo el proceso establecido por iPlus. A continuación, se muestra un resumen con las partes más relevantes del proceso, para mayor detalle puede ser revisado en el Anexo 1: Documento de análisis y diseño con iPlus

2.3.2.1. Fase de Identificación

- a) **Identificación del problema:** El problema es la falta de concientización y prevención de las personas ante posibles contagios, debido al no utilizar apropiadamente los elementos y medidas de prevención.
- b) **Identificación de los participantes:** La tabla 2 muestra los expertos identificados para la sesión de trabajo iPlus de acorde a las necesidades del proyecto.

Nombre	Rol
Mayra Carrión T. MSc	Facilitadora
Marco Santórum G. PhD.	Experto en la temática/ Product Owner
Marco Santórum G. PhD.	Experto pedagógico
Juan Benavides	Experto videojuegos
Christian Carrera	Desarrollador
Milena Nazamués	Desarrollador

Tabla 2. Roles identificados. Fuente: [Elaborado por el autor]

2.3.2.2. Fase de Definición de Objetivos Pedagógicos

- a) **Actividad 1 – Entrevista al Experto en la Temática:** En esta primera actividad, se entrevistó al experto en la temática (Product Owner) mediante un formulario de entrevista con preguntas planteadas por la metodología de iPlus para obtener los requerimientos.
- b) **Actividad 2 – Preparación de diagrama de afinidad:** El objetivo de esta actividad fue obtener el diagrama de afinidad de las ideas expuestas en la reunión de iPlus, en la figura 7 se muestra el diagrama resultante.

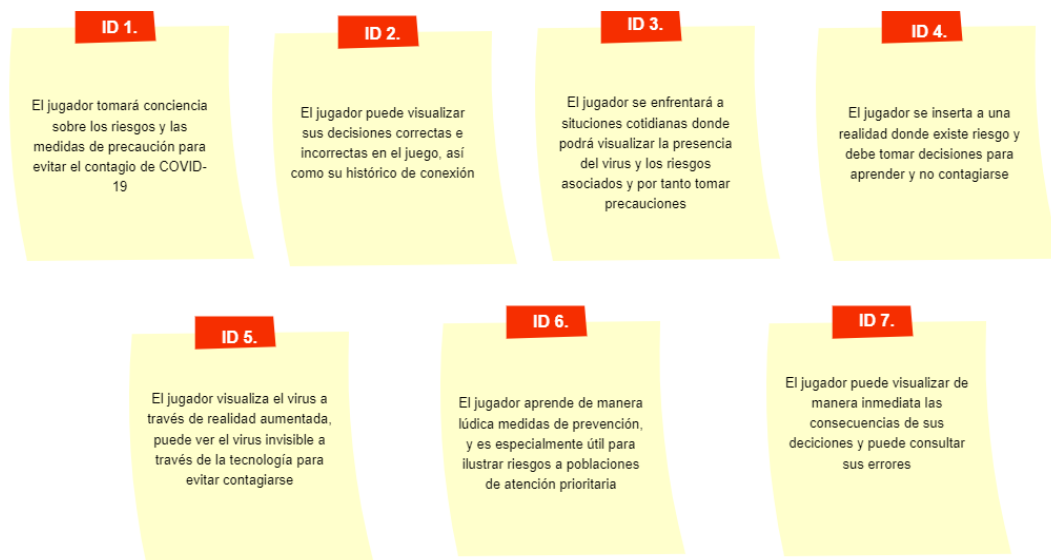


Figura 7. Diagrama de afinidad obtenido

Fuente: [Elaborado por el autor]

- c) **Actividad 3 – Definición Objetivo Pedagógico General:** En esta actividad se consensuó los propósitos expuestos en la reunión en un objetivo pedagógico general que se muestra en la tabla 3.

OBJETIVO GENERAL
El jugador aprenderá de manera lúdica los riesgos y medidas de prevención asociados a la enfermedad del Covid-19 mediante un juego de realidad aumentada para visualizar el virus en el mundo real.
Identificación P.R: 1 4

Tabla 3. Objetivo Pedagógico General

Fuente: [Elaborado por el autor]

- d) Actividad 4 – Formulación Objetivos Pedagógicos Específicos:** En la tabla 4 se muestran los objetivos pedagógicos específicos que nacen a partir del general y los otros propósitos no consensuados.

N °	Objetivo Pedagógico Específico
1	La aplicación registrará los progresos en el juego y el jugador puede visualizar un reporte de su interacción con el juego.
2	El juego permitirá al jugador enfrenta situaciones cotidianas y toma decisiones frente al riesgo de contagio.
3	La aplicación será realizada con la tecnología de realidad aumentada que permitirá al jugador visualizar el virus en el mundo real.
4	El juego mostrará los avances del jugador de forma inmediata en cada situación que sea completada de manera errónea o exitosa.

Tabla 4. Listado de Objetivo Pedagógico General

Fuente: [Elaborado por el autor]

- e) Actividad 5 – Relacionar Propósitos con los Objetivos Pedagógicos Específicos:** En esta actividad se relacionaron los objetivos pedagógicos específicos que fueron realizados en la anterior actividad para obtener las relaciones mostradas en las figuras 8 a la 11.

Objetivo Específico De La Aplicación Número: 1		Prioridad: ★ ★ ☆
Rol del Experto: Experto Pedagógico	Rol en el juego: Jugador	
Título del Objetivo: El jugador puede visualizar un reporte de su interacción con el juego		
Descripción del objetivo: El jugador puede ver el histórico de sus conexiones en el juego y sus decisiones si fueron correctas o incorrectas para no contagiarse del Covid-19.		
Ideas relacionadas (Post-its naranjas):		
<p>2. El jugador puede visualizar sus decisiones correctas e incorrectas en el juego, así como su histórico de conexión</p> <p>2.1. Registro, tiempo de conexiones</p> <p>2.2. Registro de conexiones</p> <p>2.3. Registro de tiempo de conexiones</p> <p>2.4. Medir progreso de objetivos</p> <p>2.5. Registro de tiempo de conexión</p> <p>2.6. Conexiones de registros de los usuarios</p> <p>2.7. Registro de personas que quieran solo visualizar el juego</p> <p>2.8. Consultar puntaje</p> <p>2.9. El jugador consulta avance</p>		

Figura 8. Objetivo Pedagógico Específico N ° 1 Completado. Fuente: [Elaborado por el autor]

Objetivo Específico De La Aplicación Número: 2		Prioridad: ★ ★ ★
Rol del Experto: Experto Pedagógico	Rol en el juego: Jugador	
Título del Objetivo: El jugador enfrenta situaciones cotidianas y toma decisiones frente al riesgo de contagio		
Descripción del objetivo: El jugador se enfrentará a situaciones cotidianas donde podrá visualizar la presencia del virus y los riesgos asociados para tomar decisiones y evitar contagiarse.		
Ideas relacionadas (Post-its naranjas):		
<p>3. El jugador se enfrentará a situaciones cotidianas donde podrá visualizar la presencia del virus y los riesgos asociados y por tanto tomar precauciones</p> <p>3.1. Enseñar las medidas de cuidado personal</p> <p>3.2. enseñar sobre los riesgos y las medidas de prevención ante esta enfermedad</p> <p>3.3. Educar a las personas sobre este enemigo invisible</p> <p>3.4. Mostrar la presencia del virus frente a la falta de cuidado</p> <p>3.5. Reacción frente a situaciones de riesgo por Covid-19</p> <p>3.6. Simulación de la vida real de los ambientes de peligro en los cuales se puede enfrentar</p> <p>3.7 Enseñar medidas de prevención</p> <p>3.8 Recordar, enseñar todas las medidas de seguridad para la prevención del virus</p>		

Figura 9. Objetivo Pedagógico Específico N ° 2 Completado. Fuente: [Elaborado por el autor]

Objetivo Específico De La Aplicación Número: 3		Prioridad: ★★★
Rol del Experto: Experto Pedagógico	Rol en el juego: Jugador	
Título del Objetivo: El jugador puede visualizar el virus a través de realidad aumentada.		
Descripción del objetivo: El jugador puede ver el virus a través de realidad aumentada para identificar los riesgos asociados en el mundo real.		
Ideas relacionadas (Post-its naranjas):		

Figura 10. Objetivo Pedagógico Específico N ° 3 Completado. Fuente: [Elaborado por el autor]

Objetivo Específico De La Aplicación Número: 4		Prioridad: ★★☆
Rol del Experto: Experto Pedagógico	Rol en el juego: Jugador	
Título del Objetivo: El jugador recibe retroalimentación inmediata por parte del juego.		
Descripción del objetivo: El jugador puede visualizar de manera inmediata las consecuencias de sus decisiones, como contagiarse del virus o portarlo en su cuerpo o vestimenta.		
Ideas relacionadas (Post-its naranjas):		

Figura 11. Objetivo Pedagógico Específico N ° 4 Completado. Fuente: [Elaborado por el autor]

2.3.2.3. Fase de Definición de Objetivos Pedagógicos

- a) **Actividad 1 – Descripción de la Posible Historia:** En esta siguiente actividad se propusieron 5 historias para el juego serio por parte de las participantes en la reunión de iPlus.
- b) **Actividad 2 – Presentación de las posibles historias de los participantes:** En esta actividad cada participante expuso su propuesta de historia.
- c) **Actividad 3 – Selección de las ideas propuesta:** Las tabla 5 muestra las ideas seleccionadas por el Producto Owner que se incorporaron en la historia final.

IDEAS SELECCIONADAS	
HISTORIA	<ul style="list-style-type: none"> • Con ayuda de su amigo búho • Cada vez que se comete un error el personaje vuelve a repetir la rutina • Si escogió la opción incorrecta no puede pasar a un siguiente reto • Esta estaba representada por una bolita de pelos verde • Cambiaba de color a purpura • Se encontraba o presentaba cuando las personas no respetaban la distancia
CONTENIDO DEL APRENDIZAJE	<ul style="list-style-type: none"> • El personaje a medida que pase por diversos ambientes se utilizar implementos para la prevención de contagios, así como, el uso adecuados de los mismos en el juego que será aconsejado por su compañero búho. De manera implícita, se estará enseñando sobre las medidas de prevención que se deben usar en el mundo real y ayudando al usuario a comprender y promover el uso de las mismas. • Mantener la distancia de 2 metros entre personas • Usar mascarilla • Lavarse las manos cuando ingrese a los diferentes lugares • Desafectarse zapatos con alcohol antes de ingresar a la casa

	<ul style="list-style-type: none"> • Cambiarse las ropas cuando ha estado con personas que ya han sido contagiadas al llegar a la casa. • Ducharse al ingresar a la casa cuando ha estado en ambientes cerrados o personas que han estado contagiadas.
PERSONAJES (Héroes/villanos)	<ul style="list-style-type: none"> • Covid -bolita de pelos verde (villano) • Persona • Usar mascarilla • Virus • El virus(villano) • El jugador • Estudiante • Búho/super búho • Coronavirus
MUNDOS DE JUEGO	<ul style="list-style-type: none"> • Mundo hogar • Mundo al aire libre • Escenario parque • Escenario ambiente familiar • Escenario lugar de trabajo
CÓMO SE GANA EL JUEGO	<ul style="list-style-type: none"> • Seguir la mayoría de las medidas de prevención.
OBJETOS MULTIMEDIA	<ul style="list-style-type: none"> • Música de ambiente • Sonidos de reacciones del personaje/villanos • Sonidos de obtención de logros, implementos, y subir de nivel • Cuando este en situación de peligro
ASISTENTE DE INICIO	<ul style="list-style-type: none"> • Una criatura con una mascarilla que muestra detalles de cómo funciona la realidad aumentada en la aplicación • Búho es un personaje que nos ayudará. • El personaje se comunicará por medio de diálogos.

INSIGNIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Buen ciudadano (buena salud) • Insignia de la mascarilla • Insignia de gel antiséptico • Insignia de distanciamiento • Las insignias serán elementos desbloqueables dependiendo de nuestro rendimiento en el juego
TABLA DE PUNTUACIONES	<ul style="list-style-type: none"> • El puntaje reflejará cuantos enemigos hemos neutralizado, eliminado y el tiempo en que lo realizamos.
DESAFÍOS Y MISIONES	<ul style="list-style-type: none"> • Los desafíos se presentan al momento de estar en un escenario ya que cuando este no respeta distancia, no se cambia de ropa al llegar a casa o cuando toca algo contaminado y no se lava sus manos o no se desinfecta perderá la misión de respetar las reglas y el riesgo de ser infectado aumentará que le llevará a una destrucción humana.

Tabla 5. Listado de Ideas Seleccionadas. Fuente: [Elaborado por el autor]

d) **Actividad 4 – Creación de la Historia Consensuada del juego serio:** En esta actividad se entrega la historia lúdica consensuada con todas las ideas expuestas por todos los participantes en la reunión, en las figuras 12 a la 15 se muestra la historia lúdica consensuada.

Historia:	
¿Cómo se considera el CONTENIDO DEL APRENDIZAJE de la propuesta del Product Owner?	El personaje a medida que cumpla sus tareas utilizará las medidas de prevención de contagios del Covid-19 y así del uso adecuado de cada uno aconsejado por Búho. De esta forma, se está enseñando de las medidas de prevención para que sean aplicadas en el mundo real y ayudaría a promover el uso de las mismas.
PERSONAJES (Héroes/villanos):	
1	Coronavirus (Formas): <ul style="list-style-type: none"> • Bolita de pelos verde (inofensivo) • Bolita de pelos rosa (amenaza)
2	Estudiante
3	Búho/Superbúho

Figura 12. Historia Lúdica Consensuada Parte 1. Fuente: [Elaborado por el autor]

MUNDOS DE JUEGO	
1	Escenario en el hogar
2	Escenario al aire libre
3	Escenario escuela
¿Cómo se gana el juego?	Para ganar tiene que llegar a la escuela sin contagiarse y seguir la mayoría de las medidas de prevención.
OBJETOS MULTIMEDIA	
Sonido	<ul style="list-style-type: none"> • Música de ambiente • Sonidos de reacciones del personaje/villanos • Sonidos de obtención de logros, implementos, y subir de nivel • Cuando este en situación de peligro
Video	N/A
TÉCNICAS DE GAMIFICACIÓN	
Asistente Inicio	Búho nos comunicará por medio de diálogos las funcionalidades de la aplicación; así como, las medidas de prevención, su uso y como debemos usarlas.

Figura 13. Historia Lúdica Consensuada Parte 2. Fuente: [Elaborado por el autor]

Insignias	Las insignias serán elementos desbloqueables dependiendo de nuestro rendimiento en el juego. Puede haber insignias de objetos que usamos para protegernos y desinfectar. Además, retos cumplidos en el juego.
Tablas de Puntuaciones	El puntaje reflejará cuantos enemigos hemos neutralizado, eliminado y el tiempo en que lo realizamos.

Figura 14. Historia Lúdica Consensuada Parte 3. Fuente: [Elaborado por el autor]

Desafíos y Misiones	<p>Los desafíos se presentan al momento de estar en un escenario como:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Un estudiante tiene que cumplir sus tareas cotidianas acompañado de su amigo búho. 2. Búho ayudará al estudiante a pasar por todos los retos y tareas de su vida cotidiana, ayudándole a conocer y defenderse sobre un enemigo que se presenta, al principio con un color verde inofensivo, pero si nos acercamos demasiado cambia a un color púrpura que puede enfermarnos y no permitir cumplir la tarea. 3. El estudiante tiene que llegar a su escuela sin contagiarse y si se enferma tendrá que repetir la tarea por qué no cumplió las medidas de protección. 4. Al no respetar las reglas y el riesgo de ser infectado aumentará la posibilidad de perder. 5. Si no respeta la distancia de 2 metros, toca algo contaminado y no se lava sus manos o no se desinfecta perderá la misión.
Puntos	Cada vez que elimine un personaje se obtendrá puntos que se acumularán para desbloquear insignias.
Regalos	Superbuho saldrá ayudarnos en diferentes escenarios.

Figura 15. Historia Lúdica Consensuada Parte 4. Fuente: [Elaborado por el autor]

2.3.2.4. Fase de Ideas Funcionales

- a) **Actividad 1 – Desarrollo Ideas Funcionales:** Con la historia lúdica obtenida en la fase anterior y los objetivos pedagógicos, se propusieron ideas funcionales para el juego serio de este proyecto, en la figura 16 y 17 se muestra ejemplos de estas ideas.

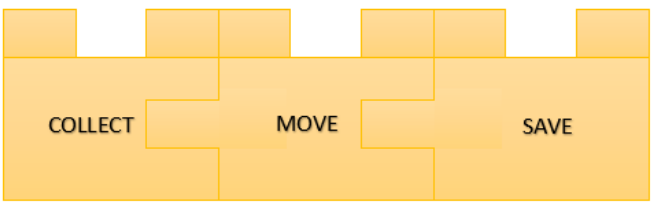
<p>Descripción:</p> <p>El jugador recogerá objetos alrededor del escenario y los almacenará.</p>
<p>Bloques seleccionados:</p>  <p>El diagrama muestra tres bloques rectangulares de color naranja. El primer bloque contiene la palabra 'COLLECT', el segundo 'MOVE' y el tercero 'SAVE'. Los bloques están conectados por líneas que indican una secuencia o flujo de acción.</p>

Figura 16. Tarjeta de Relato de Gameplay N° 1. Fuente: [Elaborado por el autor]


Descripción: El jugador activa un escudo de burbujas para destruir los enemigos para ganar monedas
Bloques seleccionados: 

Figura 17. Tarjeta de Relato de Gameplay N° 5. Fuente: [Elaborado por el autor]

- b) **Actividad 2 – Presentación Gameplay:** En esta actividad cada participante expone los gameplay creados.
- c) **Actividad 3 – Identificación del Género de Videojuego:** En la sesión de trabajo se definió, por votación, el género del juego serio, en la tabla 6 se muestra el género consensuado.

Género	Votos
Acción	4

Tabla 6. Votación de Géneros de Videojuegos. Fuente: [Elaborado por el autor]

- d) **Actividad 4 – Definición de Términos Clave:** En la tabla 7 se muestra las palabras claves obtenidas en la sesión de trabajo.

N°	Palabra clave	10	Riesgo
1	EL Covidcito malhechor	11	Aprendo y me protejo
2	Prevención	12	Concientización
3	Defensa contra el covid	13	Cuidado frente al COVID
4	Las andanzas del covid	14	Inmunizador
5	Aprende y defiéndete del covid malhechor 19	15	COVID al VIVO
6	Mundo covid	16	Vivir sano
7	Poli búho me cuida	17	Divulgativo
8	Poli man seguro	18	Informativo
9	Covid	19	Educativo
		20	Práctico

Tabla 7. Palabras Clave. Fuente: [Elaborado por el autor]

2.3.2.5. Fase de Refinamiento

a) **Actividad 1 – Refinamiento de Ideas:** Se usó la matriz de refinamiento, cuyas preguntas son a partir de la norma ISO 830 [27], con el objetivo filtrar las ideas obtenidas para facilitar la creación de las historias de usuario épicas. En la tabla 8 se muestra el resultado del filtro de ideas.

Trazabilidad	Código	Descripción
H1 01 + H4 04 + H1 05 +H3 01 +H2 01 + H1 09	H1.1 01	La aplicación estará orientada a informar a los usuarios sobre los riesgos y peligros del Covid-19 para que tomen conciencia sobre la situación.
H1 03 + H1 04 + H3 05 + H4 08	H3.1 01	La aplicación enseñará las medidas de seguridad para la prevención de contagios el Covid-19.
H1 06 + H1 07 + H2 05 + H4 09 + H4 10 + H2 09 + H3 06	H5.1 01	La aplicación permitirá visualizar al coronavirus en el mundo real mediante la tecnología de realidad aumentada.
H1 10 + H3 10 + H3 11 + H4 02 + H1 14	H6.1 01	La aplicación estará orientada a todo público que desee informarse del covid-19 y aprender sobre las medidas de seguridad.
H1 11 + H2 07 + H4 12 + H4 13	H4.1 01	La aplicación será de un solo jugador.
H1 12 + H2 11 + H2 12 +H3 08 + H4 06	H2.1 01	La aplicación tendrá un histórico de conexiones realizadas por el usuario y el tiempo de dichas conexiones.
H2 04	H3.1 02	La aplicación permitirá la interacción del usuario con los objetos virtuales en realidad aumentada.
H2 08	H4.1 02	La aplicación no tendrá soporte otros usuarios extraordinarios.
H2 13 + H3 09 + H2 16	H2.1 02	La aplicación permitirá consultar el progreso del jugador y puntajes.
H2 10 + H4 14	H5.1 02	La aplicación será desarrollada con tecnología móvil para que sea accedido por dispositivos inteligentes móviles.

H2 14	H4.1 03	La aplicación tendrá un personaje que experimentará las diversas situaciones que se presenten en el juego
H2 15 + H3 04	H7.1 01	La aplicación permitirá cumplir diversos retos y misiones para desbloquear insignias.
H2 17 + H3 07	H7.1 02	La aplicación tendrá retroalimentación inmediata al usuario.

Tabla 8. Ideas filtradas. Fuente: [Elaborado por el autor]

b) Actividad 2 – Refinamiento Gameplay: Se utilizó la misma matriz de refinamiento de la actividad 1 para realizar esta actividad. En la tabla 9 se muestra los resultados del refinamiento de los gameplays.

Trazabilidad	Código	Descripción
R1 01	R1.1 01	El jugador podrá interactuar con objetos virtuales y colocarlos en un lugar específico.
R1 02 + R3 02	R1.1 02	El jugador podrá moverse en el mundo real a partir de los objetos virtuales presentados en la aplicación.
R1 03 + R3 03 + R4 07	R1.1 03	El jugador podrá realizar los pasos para lavarse las manos correctamente.
R1 04	R1.1 04	El jugador obtendrá recompensas de manera aleatoria otorgadas por un asistente tutor.
R2 01	R2.1 01	El jugador recibirá un cofre con objetos al finalizar una tarea que pueden darle ventaja o desventaja para la siguiente tarea.
R2 02	R2.1 02	El jugador podrá abrir los cofres si responde correctamente a una trivía.
R2 03	R2.1 03	El jugador tendrá objetos finitos en su inventario.
R2 04	R2.1 04	El jugador tendrá que desinfectarse cada cierto tiempo dependiendo de su porcentaje de peligro de contagio.
R2 06 + R3 04	R2.1 05	El jugador deberá colocarse la mascarilla cada vez que inicie una tarea.
R4 01	R3.1 01	El jugador deberá rociar alcohol en aerosol para eliminar a la amenaza.

R4 03	R3.1 02	El jugador podrá desbloquear insignias y premios al finalizar una tarea.
R4 04	R3.1 03	El enemigo cambiará de color verde a purpura para mostrar su peligrosidad.

Tabla 9. Ideas de gameplay filtradas. Fuente: [Elaborado por el autor]

c) **Actividad 3 – Definición Historia de Usuario Épicas:** En esta actividad se obtiene las historias épicas de usuario que se muestran en las tablas desde la 10 y 13.

Historias de Usuario	
Identificador: H-EPIC 001	Rol: JUGADOR
Título Historia: Guardar el registro de las interacciones y el progreso del jugador	
Prioridad: M(Medio)	
Descripción: El jugador requerirá visualizar su progreso en el juego y los puntajes alcanzados tanto al finalizar una tarea como un registro general en el juego.	
Ideas: <ul style="list-style-type: none"> • H2.1 01: La aplicación tendrá un histórico de conexiones realizadas por el usuario y el tiempo de dichas conexiones. • H7.1 02: La aplicación tendrá retroalimentación inmediata al usuario. 	

Tabla 10. Historia de Usuario Épica N° 1. Fuente: [Elaborado por el autor]

Historias de Usuario	
Identificador: H-EPIC 002	Rol: JUGADOR
Título Historia: Informar y experimentar los riesgos y peligros del covid-19	
Prioridad: A(Alto)	

<p>Descripción:</p> <p>El jugador requerirá conocer sobre los riesgos y medidas de seguridad para la prevención de contagio del Covid-19 para tomar conciencia de las consecuencias que pueden acarrear.</p>
<p>Ideas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • H1.1 01: La aplicación estará orientada a informar a los usuarios sobre los riesgos y peligros del Covid-19 para que tomen conciencia sobre la situación. • H3.1 01: La aplicación enseñará las medidas de seguridad para la prevención de contagios el Covid-19. • H4.1 03: La aplicación tendrá un personaje que con el que experimentaremos las diversas situaciones que se presenten en el juego • H6.1 01: La aplicación estará orientada a todo público que desee informarse del covid-19 y aprender sobre las medidas de seguridad. <p>Gameplays:</p> <ul style="list-style-type: none"> • R1.1 03: El jugador podrá realizar los pasos para lavarse las manos correctamente.

Tabla 11. Historia de Usuario Épica N° 2. Fuente: [Elaborado por el autor]

Historias de Usuario	
Identificador: H-EPIC 003	Rol: JUGADOR
<p>Título Historia:</p> <p>Interacción con objetos virtuales y escenarios en realidad aumentada</p>	
<p>Prioridad: A(Alto)</p>	
<p>Descripción:</p> <p>El jugador podrá visualizar e interactuar con el virus del SARS Covid-19 que puede ser inofensivo o peligroso, por ello, deberá evitarlo y destruirlo con su limitado arsenal para no contagiarse y enfermarse</p>	

Ideas:

- **H4.1 02:** La aplicación no tendrá soporte otros usuarios extraordinarios.
- **H3.1 02:** La aplicación permitirá la interacción del usuario con los objetos virtuales en realidad aumentada.
- **H4.1 01:** La aplicación será de un solo jugador.
- **H5.1 01:** La aplicación permitirá visualizar al coronavirus en el mundo real mediante la tecnología de realidad aumentada.
- **H5.1 02:** La aplicación será desarrollada con tecnología móvil para que sea accedido solo por dispositivos inteligentes móviles.

Gameplays:

- **R1.1 01:** El jugador podrá interactuar con objetos virtuales y colocarlos en un lugar específico.
- **R1.1 02:** El jugador podrá moverse en el mundo real a partir de los objetos virtuales presentados en la aplicación.
- **R2.1 04:** El jugador tendrá que desinfectarse cada cierto tiempo dependiendo de su porcentaje de peligro de contagio.
- **R2.1 05:** El jugador deberá colocarse la mascarilla cada vez que inicie una tarea.
- **R3.1 01:** El jugador deberá rociar alcohol en aerosol para eliminar a la amenaza.
- **R3.1 03:** El enemigo cambiará de color verde a purpura para mostrar su peligrosidad.

Tabla 12. Historia de Usuario Épica N° 3. Fuente: [Elaborado por el autor]

Historias de Usuario	
Identificador: H-EPIC 004	Rol: JUGADOR
Título Historia: Obtener recompensas y logros por completar los escenarios	
Prioridad: M(Medio)	

<p>Descripción:</p> <p>El jugador podrá obtener objetos comprándolos o adquiriéndolos por cofres en una tienda en el juego. Además, podrá revisar sus puntajes y logros como insignias del progreso en el juego.</p>
<p>Ideas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • H2.1 02: La aplicación permitirá consultar el progreso del jugador y puntajes. • H7.1 01: La aplicación permitirá cumplir diversos retos y misiones para desbloquear insignias. <p>Gameplays:</p> <ul style="list-style-type: none"> • R1.1 04: El jugador obtendrá recompensas de manera aleatoria otorgadas por un asistente tutor. • R2.1 01: El jugador recibirá un cofre con objetos al finalizar una tarea que pueden darle ventaja o desventaja para la siguiente tarea. • R2.1 02: El jugador podrá abrir los cofres si responde correctamente a una trivia. • R2.1 03: El jugador tendrá objetos finitos en su inventario. • R3.1 02: El jugador podrá desbloquear insignias y premios al finalizar una tarea.

Tabla 13. Historia de Usuario Épica N° 4. Fuente: [Elaborado por el autor]

2.3.3. Construcción de artefactos de Scrum

En esta sección se identifica las personas con sus roles para el marco de Scrum. Luego, se construye los artefactos necesarios para iniciar el proceso de desarrollo, la estimación de sprints y el total de horas laborales.

- **Definición de roles**

En el marco Scrum se necesita 3 roles esenciales, en la tabla 14 se muestra el nombre y el rol de cada persona que estará en el proyecto.

Rol	Encargados
Producto Owner	PhD. Marco Santórum
Scrum Master	Christian Carrera
Development Team	Christian Carrera

Tabla 14. Roles Scrum definidos. Fuente: [Elaborado por el autor]

- **Construcción de artefactos**

El Product backlog debe contener todas sus tareas registradas antes de iniciar el proceso de desarrollo del juego serio, con el fin de crear las historias de usuario necesarias posteriormente.

Las historias de usuario se elaboran a partir de los resultados de la metodología de iPlus que fueron las historias épicas y el game script. La organización y creación de las historias de usuario se puede ver con más detalle en el Anexo 2: Documento de Scrum.

En total se planificaron 22 historias de usuario con sus tareas de desarrollo y criterios de aceptación, debido que el equipo consta de un solo desarrollador en el proyecto y las tareas son altamente acopladas y relacionadas, se decidió abarcan varias tareas en las historias como se muestra en las tablas desde 15 al 18.

Historias de Usuario	
Código: HU01-01	Título: Registro de la última fecha y hora de conexión en el juego
Descripción: Como jugador requiero conocer la fecha y hora que me conecté al juego	
Prioridad: Baja	Estimación: 12 horas
Criterios de aceptación:	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Registrar la fecha y hora de conexión del juego ➤ Mostrar esta información en la pantalla de inicio del juego y en la pantalla de progreso colocar tiempo de juego 	

Tabla 15. Historia de usuario HU01-01. Fuente: [Elaborado por el autor]

Historias de Usuario	
Código: HU02-01	Título: Pantallas y diálogos de información de sobre el covid 19
Descripción: Como jugar obtendré información sobre los peligros y medios de protección ante el covid 19	
Prioridad: Alta	Estimación: 16 horas

<p>Criterios de aceptación:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ El jugador revisará la información sobre los peligros del covid -19 en la pantalla de carga ➤ El jugador podrá responder preguntas sobre el covid para informarse de manera interactiva en la pantalla de carga ➤ El jugador podrá revisar los medios de protección ante el covid 19 en la pantalla de carga

Tabla 16. Historia de usuario HU02-01. Fuente: [Elaborado por el autor]

Historias de Usuario	
Código: HU03-01	Título: Interactuar con objetos de protección contra el covid-19 en el primer escenario de juego
Descripción: Como jugador podré interactuar con los objetos necesarios para enfrentar el covid-19	
Prioridad: Alta	Estimación: 28 horas
<p>Criterios de aceptación:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ El jugador podrá interactuar con objetos como alcohol, mascarillas, etc. ➤ Crear el primer escenario de juego y conectarlo con la pantalla de menú principal ➤ Gana el juego cuando escoge todos los objetos correctos ➤ El escenario debe ser en realidad aumentada y el jugador interactúa con dichos objetos ➤ El escenario debe tener un tutorial de inicio para mostrar los mecanismos y también un botón de información para verlo después. ➤ El jugador podrá recolectar los objetos en una maleta. 	

Tabla 17. Historia de usuario HU03-01. Fuente: [Elaborado por el autor]

Historias de Usuario	
Código: HU04-01	Título: Conocer el porcentaje de avance del juego y el progreso en el juego
Descripción: Como jugador requiero conocer el porcentaje de avance y progreso en el juego	

Prioridad: Media	Estimación: 20 horas
Criterios de aceptación:	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ El jugador podrá conocer el porcentaje de completado del juego en la pantalla de progresos ➤ El aplicativo tendrá una pantalla de progreso donde se visualizará el porcentaje de avance y el progreso ➤ Los niveles tendrán un porcentaje de 10%, las estrellas tendrán el 40% y la insignia el 30% 	

Tabla 18. Historia de usuario HU04-01. Fuente: [Elaborado por el autor]

- **Product Backlog**

Todas las historias de usuario creadas forman parte como elementos del Product backlog, como se presenta en la tabla 19. Con esta tabla se realizó una revisión y análisis para dar prioridad de ejecución durante los sprints y crear el Release plannig.

N° Historia	Descripción	Prioridad	Tiempo Estimado(horas)
H1-01	Registro de la última fecha y hora de conexión en el juego	Baja	12
H1-02	Los niveles contarán con ventana de resultados para retroalimentación inmediata	Alta	20
H1-03	El escenario tenga en la ventana de resultados	Alta	20
H2-01	Pantallas y diálogos de información de sobre el covid 19	Alta	16
H2-02	Muestra del Lavado de manos en el juego en el segundo escenario para activar un escudo	Alta	16
H2-03		Media	16

	Consejos de lavados de manos en la pantalla de carga		
H2-04	Colocarse la mascarilla en cada inicio de nivel	Alta	16
H2-05	Uso del alcohol antiséptico para usar un escudo	Media	16
H2-06	Personaje de "Sofia" como personaje principal	Alta	16
H3-01	Interactuar con objetos de protección contra el covid-19 en el primer escenario de juego	Alta	28
H3-02	Interactuar con un personaje para darle objetos y protegerlo del covid 19	Alta	28
H3-03	Crear base para desarrollo de juego como aplicativo móvil	Alta	28
H3-04	Los enemigos covid-19 en realidad aumentada puede cambiar de estado y color	Alta	24

H3-05	Pantalla de menú principal para conectar todos los escenarios	Alta	28
H4-01	Conocer el porcentaje de avance del juego y el progreso en el juego	Media	20
H4-02	Obtener monedas en las preguntas de la pantalla de carga mediante cofres	Media	20
H4-03	Retos insignia en los tres niveles	Alta	16
H4-04	Perder monedas cuando pierda el nivel	Alta	16
H4-05	Pantalla de nivel completado o perdido	Alta	16

H4-06	En la ventana de resultados se pueda observar las de insignias obtenidas	Alta	16
H4-07	Pantalla de insignias del juego	Alta	16
H4-08	Pantalla de tienda para compra de ítems en el juego	Alta	16

Tabla 19. Product backlog. Fuente: [Elaborado por el autor]

- **Estimación de sprints y duración**

Luego de conformar el Product backlog con todas las historias de usuario, se debe definir el número de sprints, su duración y ejecución. En el plan de titulación se definió 4 sprints para el desarrollo de este proyecto, pero debido a la dificultad y la curva de aprendizaje se llegó al acuerdo de implementarlo en 7 sprints con una duración de 3 semanas. Cada sprint tendrá 15 días de duración con 5 horas de trabajo por cada día. En la tabla 20 muestra las diferentes historias en base a la prioridad y la complejidad de las tareas.

Sprint 1	Sprint 2	Sprint 3	Sprint 4	Sprint 5	Sprint 6	Sprint 7
H1-02	H1-03	H3-02	H3-04	H2-06	H2-02	H1-01
H3-01	H4-05	H2-05	H4-03	H3-05	H2-03	H4-01
H3-03	H4-04	H4-06	H2-04	H2-01	H4-07	H4-02
						H4-08

Tabla 20. Release planning

Fuente: [Elaborado por el autor]

2.3.5. Ejecución de Sprints en Scrum

En esta sección se muestra el resultado de 2 sprints y sus eventos como Sprint Review, Sprint Retrospectiva y Burndown Char. Las tareas ejecutadas y los criterios de aceptación de cada historia serán comprobados y finalizadas en el estado de “Terminada” (Done).

Cuando la historia esté en ese estado, el Producto Owner realiza la verificación de los criterios de aceptación y si satisface los requerimientos establecidos para aceptada [33].

2.3.5.1. Sprint 1

A partir de la planificación realizada, se definió el objetivo y el sprint backlog de este sprint.

- **Objetivo**

Elaborar un producto base para la integración del primer escenario del juego funcional a partir del sprint backlog.

- **Sprint Planning**

En esta planificación se definieron todas las historias de usuario, mostradas en la tabla 22, con su duración estimada. El equipo de desarrollado sacó esta estimación en base al conocimiento y experiencia de otros proyectos de la misma índole. Además, el equipo debe estimar el esfuerzo en horas que necesita para la ejecución de las tareas de cada historia por cada sprint.

Código	Historia de usuario	Duración (horas)
H1-02	Los niveles contarán con ventana de resultados para retroalimentación inmediata	20
H3-01	Interactuar con objetos de protección contra el covid-19 en el primer escenario de juego	40
H3-03	Crear base para desarrollo de juego como aplicativo móvil	15

Tabla 21. Sprint Planning del Sprint 1

Fuente: [Elaborado por el autor]

- **Sprint Review**

Este sprint finalizó con la presentación del primer incremento al Producto Owner, el cual contiene las siguientes funcionalidades: la base de la aplicación móvil del juego serio, un escenario donde se puede recoger objetos necesarios para el cuidado personal mediante

la realidad aumentada. Fue entregado el incremento del sprint con las siguientes observaciones:

- Mejorar la forma estética de los objetos de cuidado personal.
- Mejorar los mensajes de información provista al jugador, pues las instrucciones no son claras y concisas. Además, los textos son largos e incomprensibles debido a su tamaño de letra.
- El objetivo del nivel no es entendido por el jugador y no es intuitivo.

La tabla 22 contiene los criterios de aceptación y rechazados en el sprint 1.

N°	Historia de usuario	Criterios de Aceptación	Aceptado	Observación
H1-02	Los niveles contarán con ventana de resultados para retroalimentación inmediata	El jugador podrá revisar el puntaje de su progreso en cada nivel	Si	
		El jugador si pierde en el nivel podrá observar una pantalla de nivel fallido	Si	
		El jugador podrá visualizar el porcentaje de completado del nivel	Si	
H3-01	Interactuar con objetos de protección contra el covid-19 en el primer escenario de juego	El jugador podrá interactuar con objetos como alcohol, mascarillas, etc.	No	Los objetos no tienen buena estética y no son reconocibles.
		Crear el primer escenario de juego y conectarlo con la pantalla de menú principal	No	El objetivo del nivel no es comprensible
		Gana el juego cuando escoge todos los objetos correctos	Si	
		El escenario debe ser en realidad aumentada y el	Si	

		jugador interactúa con dichos objetos		
		El escenario debe tener un tutorial de inicio para mostrar los mecanismos y también un botón de información para verlo después.	No	La información e instrucciones no son claras e intuitivas.
		El jugador podrá recolectar los objetos en una maleta.	Si	
H3-03	Crear base para desarrollo de juego como aplicativo móvil	El aplicativo será desarrollado como aplicación móvil	Si	
		Se utilizará el motor de Unity para el desarrollo	Si	
		Se creará una base para el desarrollo donde permitirá una primera beta del juego	Si	

Tabla 22. Revisión de criterios de aceptación sprint 1

Fuente: [Elaborado por el autor]

- **Sprint Retrospective**

En este primer incremento existieron retrasos en el cronograma planificado a partir del 3 día, debido a la poca experiencia en la herramienta de Unity y el modelado de objetos 3D y 2D para imágenes e interfaces de usuario para el desarrollo del juego. Por ello, fue necesario realizar capacitaciones adicionales. También, se utilizó tiempo tanto en la búsqueda de recursos para el juego como modelados 3D, imágenes open source como para crearlos por cuenta del equipo para el escenario de juego. El tiempo de retraso se compensó con trabajo extra a partir del día 5 como se muestra en la figura 18.

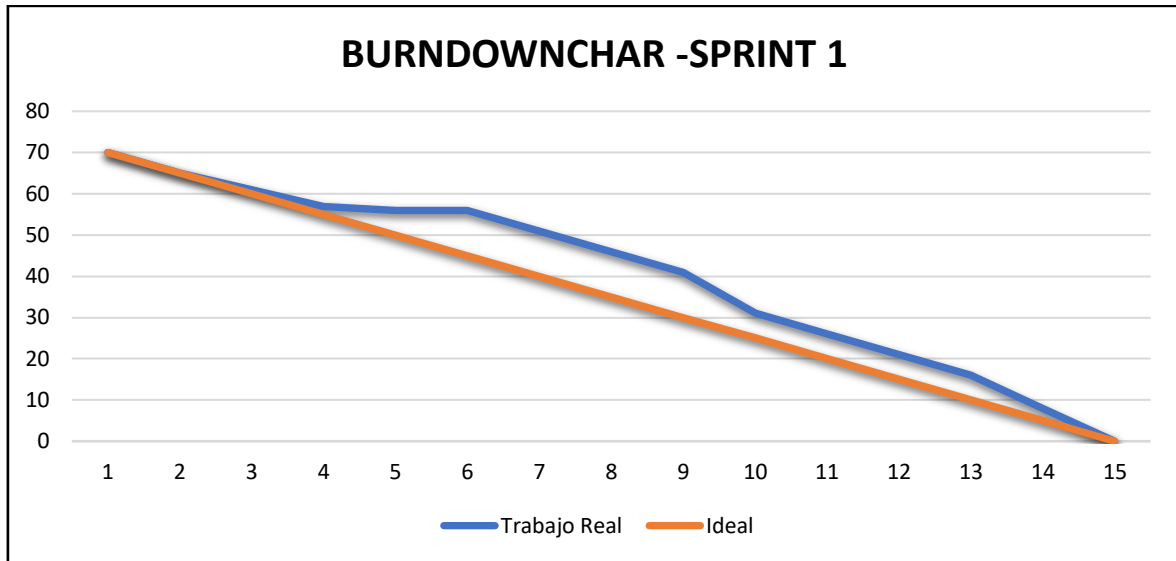


Figura 18. Burndown char del Sprint 1

Fuente: [Elaborado por el autor]

En la tabla 23, se muestra el Release Planning del siguiente sprint. La cual tuvo una actualización de la historia H3-01, dado que no fue aceptada por las observaciones en los criterios de aceptación mostradas en la tabla 22 en el Sprint Review. Por ello, será incluida en el siguiente sprint para sus correcciones y posterior presentación en el siguiente sprint.

Dado esto, se añadió un sprint 8 donde se incluyen historias planificadas al principio. Con el objetivo de concluir y esperar la aceptación del Product Owner en el sprint 2 de las observaciones obtenidas, se incluyó solo una historia para el siguiente sprint y avanzar la nueva funcionalidad del proyecto.

Sprint 1	Sprint 2	Sprint 3	Sprint 4	Sprint 5	Sprint 6	Sprint 7	Sprint 8
H1-02	H1-03	H4-05	H2-05	H4-03	H3-05	H2-03	H4-01
H3-03	H3-01	H4-04	H4-06	H2-04	H2-01	H4-07	H4-02
		H3-02	H3-04	H2-06	H2-02	H1-01	H4-08

Tabla 23. Release planning actualizado en el sprint 1

Fuente: [Elaborado por el autor]

Como se muestra en las figuras 19 y 20 la evidencia del avance de este sprint.



Figura 19. Resultados de la historia H1-02

Fuente: [Elaborado por el autor]

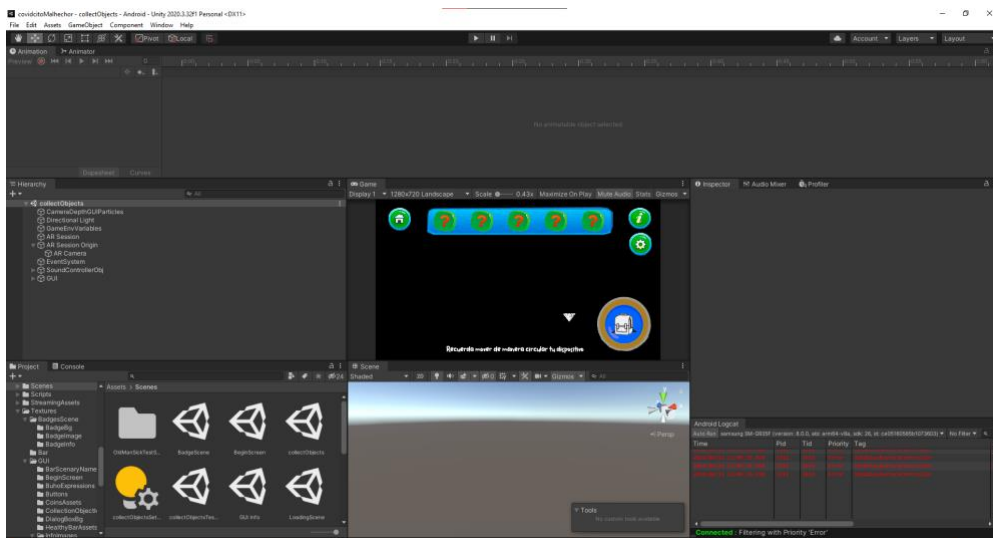


Figura 20. Primer escenario funcional en Sprint 1

Fuente: [Elaborado por el autor]

2.3.5.2. Sprint 2

A partir de la planificación realizada se definió el objetivo y el sprint backlog de este sprint.

- **Objetivo**

Tratar la historia arrastrada con sus observaciones y la ventana de resultados en el nivel.

- **Sprint Planning**

En esta planificación se definieron todas las historias de usuario, mostradas en la tabla 24, con su duración estimada. La prioridad del sprint es la finalización de las historias con observaciones del anterior sprint, adicional la implementación de la ventana de resultados de los niveles acorde a los siguientes tiempos en horas presentados por el equipo de desarrollado.

Código	Historia de usuario	Duración (horas)
H3-01	Interactuar con objetos de protección contra el covid-19 en el primer escenario de juego	50
H1-03	El escenario tenga la ventana de resultados	25

Tabla 24. Sprint Planning del Sprint 2

Fuente: [Elaborado por el autor]

- **Sprint Review**

El sprint 2 concluyó con la presentación de las historias del anterior sprint y la historia H3-01 al Producto Owner concluidas. Se demostrando la funcionalidad de la historia arrastrada, adicional de la ventana de resultados para el nivel. El entregable fue satisfactorio sin observaciones.

La tabla 25 contiene los criterios de aceptación y rechazados en el sprint 2.

N°	Historia de usuario	Criterios de Aceptación	Aceptado	Observación
H3-01	Interactuar con objetos de protección contra el covid-19 en	El jugador podrá interactuar con objetos como alcohol, mascarillas, etc.	Si	

	el primer escenario de juego	Crear el primer escenario de juego y conectarlo con la pantalla de menú principal	Si	
		Gana el juego cuando escoge todos los objetos correctos	Si	
		El escenario debe ser en realidad aumentada y el jugador interactúa con dichos objetos	Si	
		El escenario debe tener un tutorial de inicio para mostrar los mecanismos y también un botón de información para verlo después.	Si	
		El jugador podrá recolectar los objetos en una maleta.	Si	
H1-03	El escenario tenga en la ventana de resultados	El jugador revisa las monedas obtenidas en el nivel	Si	
		El jugador podrá revisar sus monedas totales obtenidas en el juego	Si	
		El jugador podrá resetear el nivel jugado o regresar a la pantalla de menú principal	Si	

Tabla 25. Revisión de criterios de aceptación sprint 2

Fuente: [Elaborado por el autor]

- **Sprint Retrospective**

En este sprint se realizaron las historias de acuerdo a la planificación. La curva de aprendizaje de las herramientas disminuyó por la experiencia del sprint 1 y autocapacitación. Sin embargo, se tuvo el inconveniente en la funcionalidad de la historia H3-01, donde la tecnología de realidad aumentada producía errores en la ejecución que

produjo un ligero retraso a partir del día 10 hasta el final del sprint como se muestra en la figura 21.

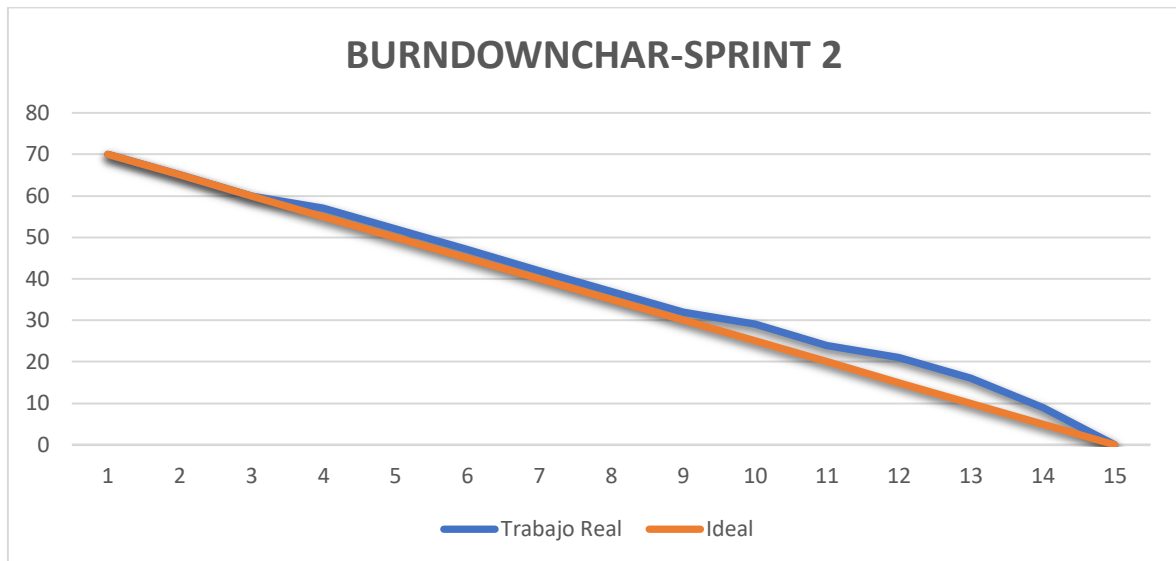


Figura 21. Burndown char del Sprint 2

Fuente: [Elaborado por el autor]

En la tabla 26, se muestra el Release planning del siguiente sprint. Las historias se mantienen acorde al sprint anterior y se mantiene el proceso de desarrollo a lo planificado.

Sprint 1	Sprint 2	Sprint 3	Sprint 4	Sprint 5	Sprint 6	Sprint 7	Sprint 8
H1-02	H1-03	H4-05	H2-05	H4-03	H3-05	H2-03	H4-01
H3-03	H3-01	H4-04	H4-06	H2-04	H2-01	H4-07	H4-02
		H3-02	H3-04	H2-06	H2-02	H1-01	H4-08

Tabla 26. Release planning actualizado en el sprint 2

Fuente: [Elaborado por el autor]

En la figura 22 se muestra evidencia del entregables funcionales del sprint 2.



Figura 22. Funcionalidad de historia H3-01 en Sprint 2

Fuente: [Elaborado por el autor]

Adicional, se corrigen las observaciones del primer nivel encontradas en el anterior sprint y en la figura 23 se muestran las evidencias de las correcciones.



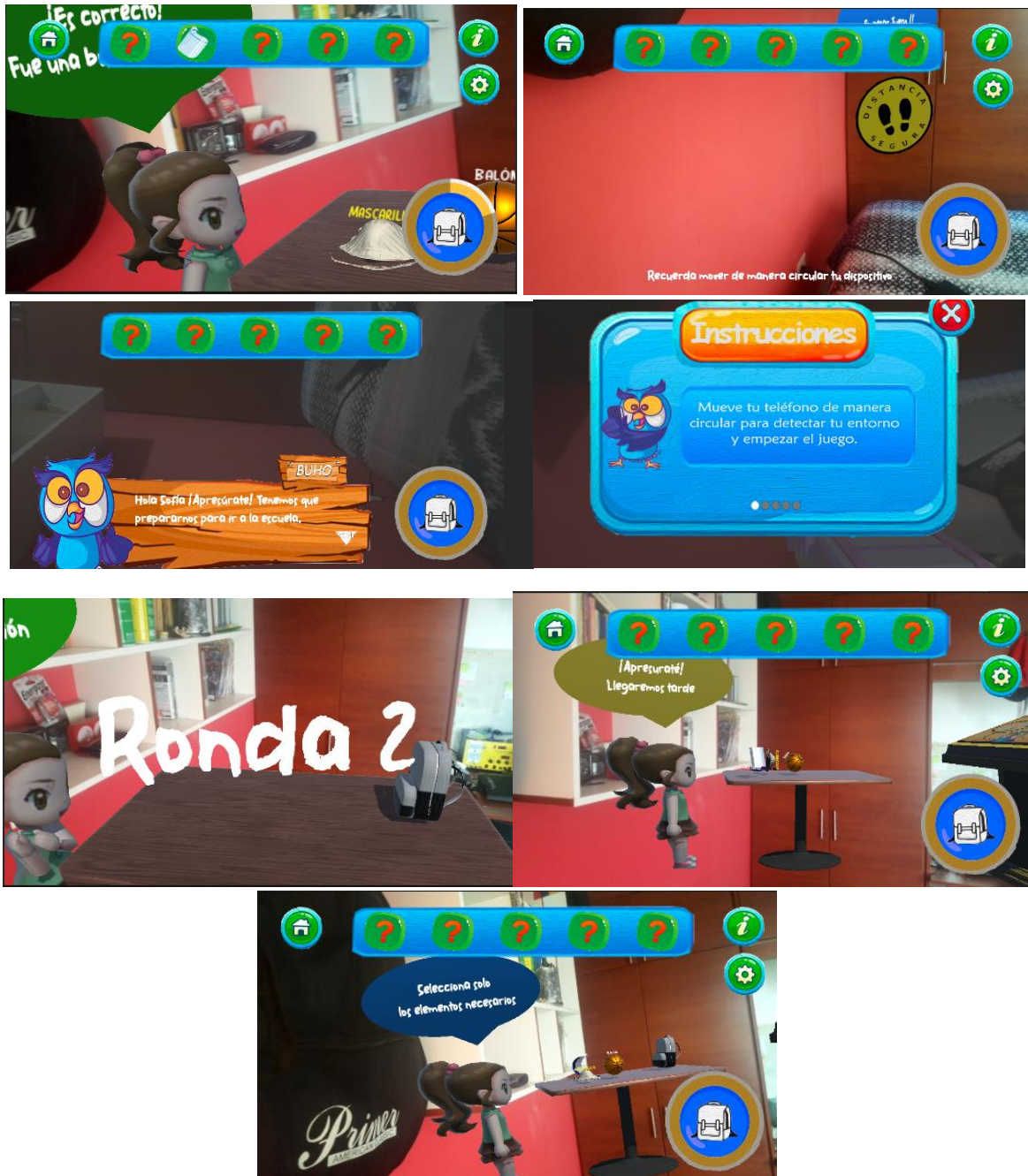


Figura 23. Primer escenario observaciones corregidas sprint 2

Fuente: [Elaborado por el autor]

Este proceso es reiterado durante los siguiente sprints, pues inicialmente se concebía 7 sprints. Sin embargo, con este sprint terminaron siendo 8 sprints de desarrollo finalmente. El detalle de todos los sprints se puede revisar en el Anexo 2: Documento de Scrum.

2.3.6. Resultados del Desarrollo

El aplicativo concluido se llama “Covidcito Malhechor” acordado con el Producto Owner. A continuación, se muestran algunas capturas del producto final de las diferentes escenas del juego.

2.3.6.1. Escenario de pantalla de inicio

En las figuras 24 a 26 se evidencia la funcionalidad de la pantalla de inicio que permite la carga de los datos del juego, la configuración de sonido y accesos a la pantalla de resultados.



Figura 24. Pantalla de inicio del juego

Fuente: [Elaborado por el autor]



Figura 25. Pantalla de configuraciones

Fuente: [Elaborado por el autor]



Figura 26. Pantalla de carga de datos

Fuente: [Elaborado por el autor]

2.3.6.2. Escenario de pantalla menú principal

En el menú principal se presenta los tres niveles de juego, la tienda para comprar recursos del juego, el estante de insignias y la configuración del juego. En las figuras 27 a 30 se evidencia las diferentes funcionalidades de la pantalla.



Figura 27. Pantalla de menú principal niveles de juego

Fuente: [Elaborado por el autor]



Figura 28. Pantalla de menú principal cambio de nivel

Fuente: [Elaborado por el autor]



Figura 29. Pantalla de menú principal comienzo de nivel

Fuente: [Elaborado por el autor]



Figura 30. Pantalla de menú principal configuraciones de sonido

Fuente: [Elaborado por el autor]

2.3.6.3. Escenario de primer nivel de juego

El primer nivel tiene como objetivo de mostrar todos los objetos de prevención ante un contagio del covid-19 en realidad aumentada para equiparlos en una maleta con la ayuda de un personaje en el escenario que indicará si es correcto o no. Adicional, se tiene una barra de progreso, una barra donde se muestra los objetos correctos y un objeto de información que muestra consejos para obtener insignias en el nivel. En las figuras de la 31 a la 34 evidencia de la funcionalidad del nivel.

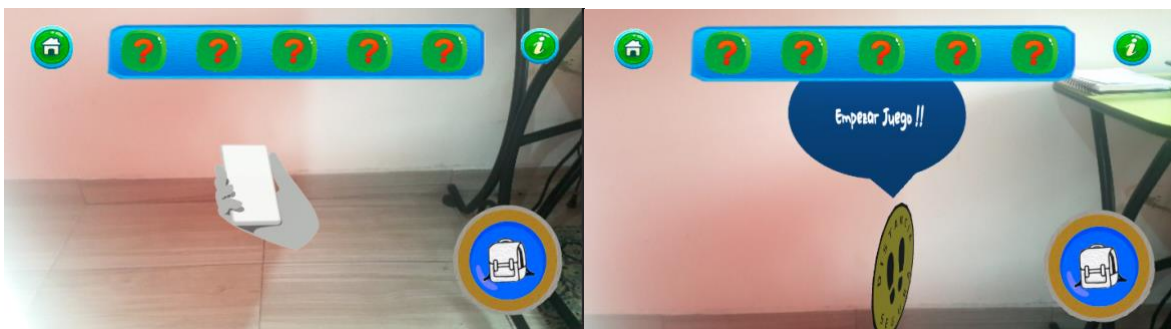




Figura 31. Flujo del primer nivel en realidad aumentada

Fuente: [Elaborado por el autor]



Figura 32. Pantalla de completado del primer nivel

Fuente: [Elaborado por el autor]

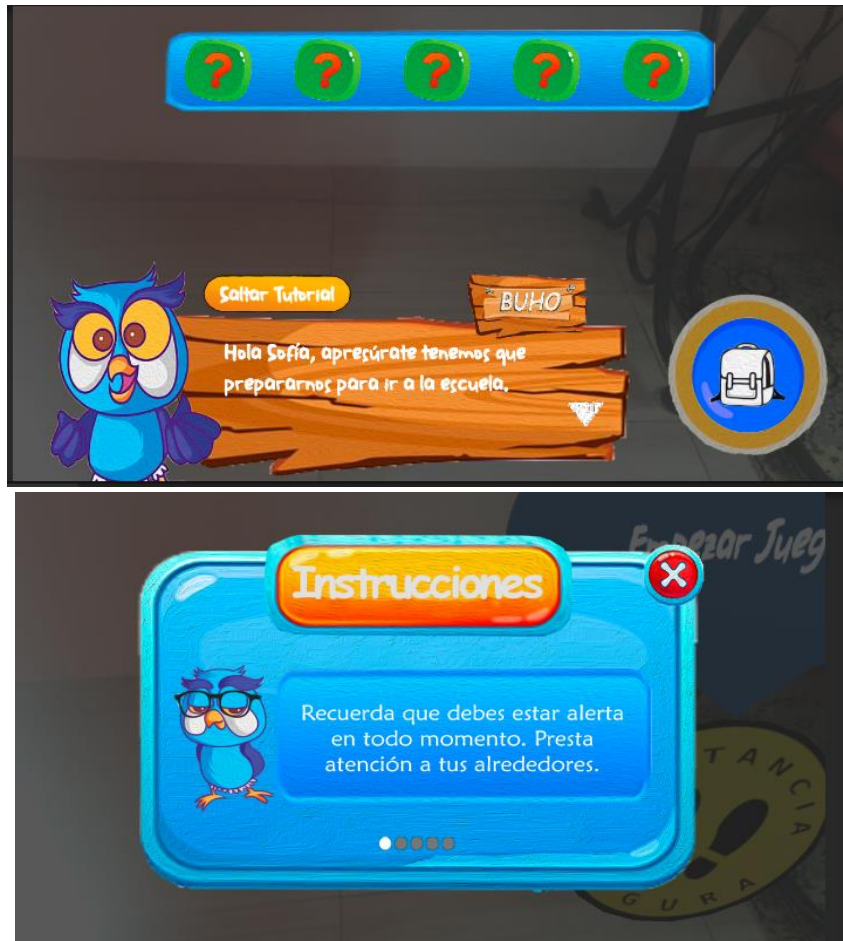


Figura 33. Pantalla de tutorial del primer nivel e información

Fuente: [Elaborado por el autor]

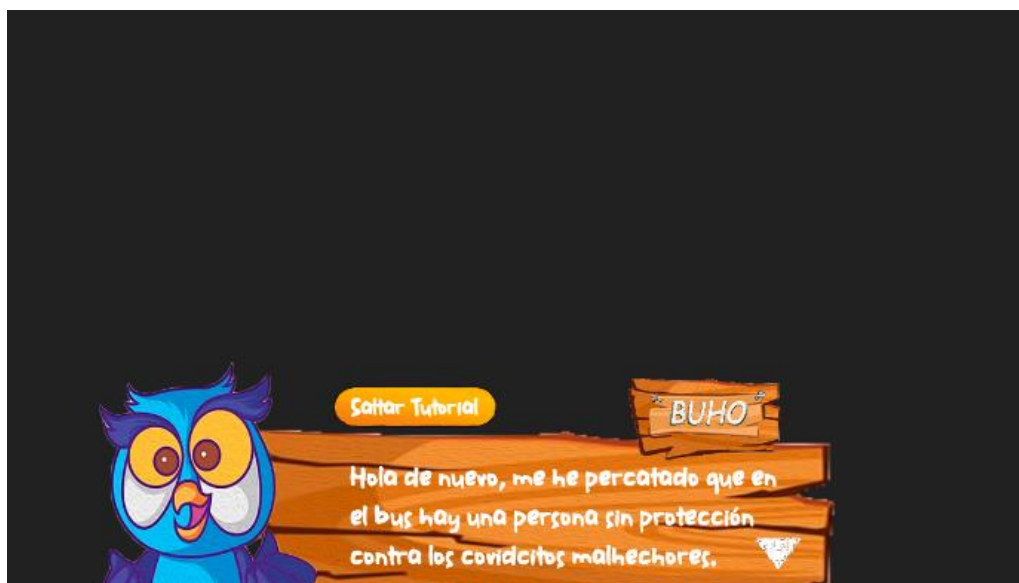
2.3.6.4. Escenario de segundo nivel de juego

El segundo nivel tiene como objetivo es ayudar a un personaje que aparece mediante realidad aumentada para darle objetos de cuidado personal y evitar que se contagie de covid-19. El personaje demuestra su gratitud y, también pide ayuda para no enfermarse. Adicional, el jugador tiene una barra de vida que muestra nuestra salud en el juego y también un botón que activa un escudo de burbujas para evitar que los covid nos contagien y podamos darle los objetos al personaje. En las figuras 34 y 35 evidencia el funcionamiento del juego.



Figura 34. Flujo del segundo nivel en realidad aumentada

Fuente: [Elaborado por el autor]



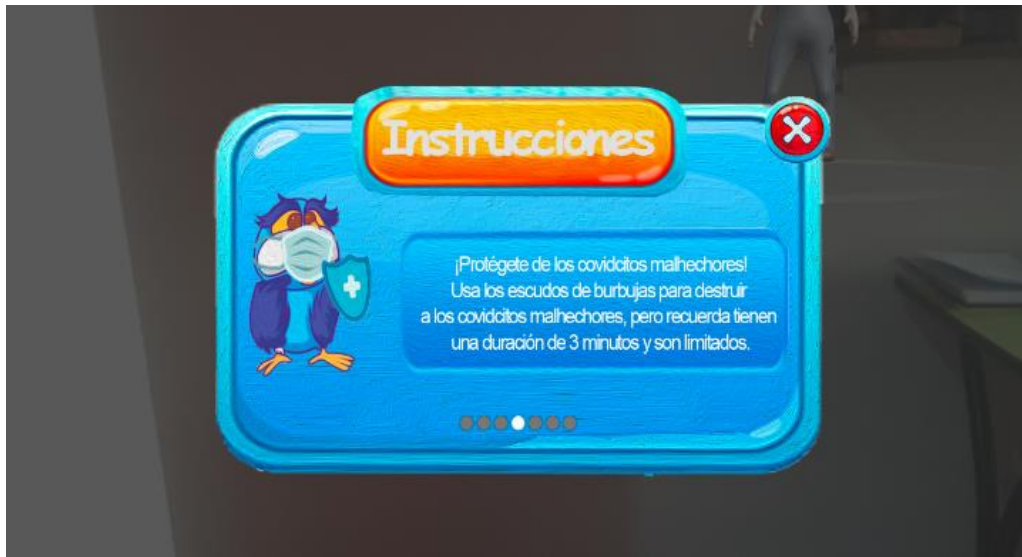


Figura 35. Pantalla de tutorial del segundo nivel e información

Fuente: [Elaborado por el autor]

2.3.6.4. Escenario de tercer nivel de juego

Este último nivel tiene como objetivo es destruir a los covid-19 mediante un arma que dispara burbujas. El jugador tiene una barra de vida que muestra su salud en el juego y un botón que dispara burbujas. En las figuras 36 a la 38 evidencia la funcionalidad del nivel.

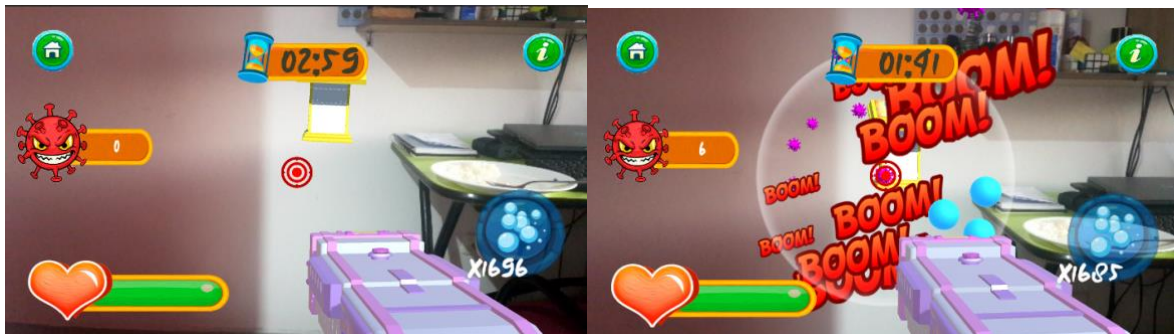




Figura 36. Flujo del tercer nivel en realidad aumentada

Fuente: [Elaborado por el autor]



Figura 37. Pantalla de tutorial del tercer nivel completado

Fuente: [Elaborado por el autor]

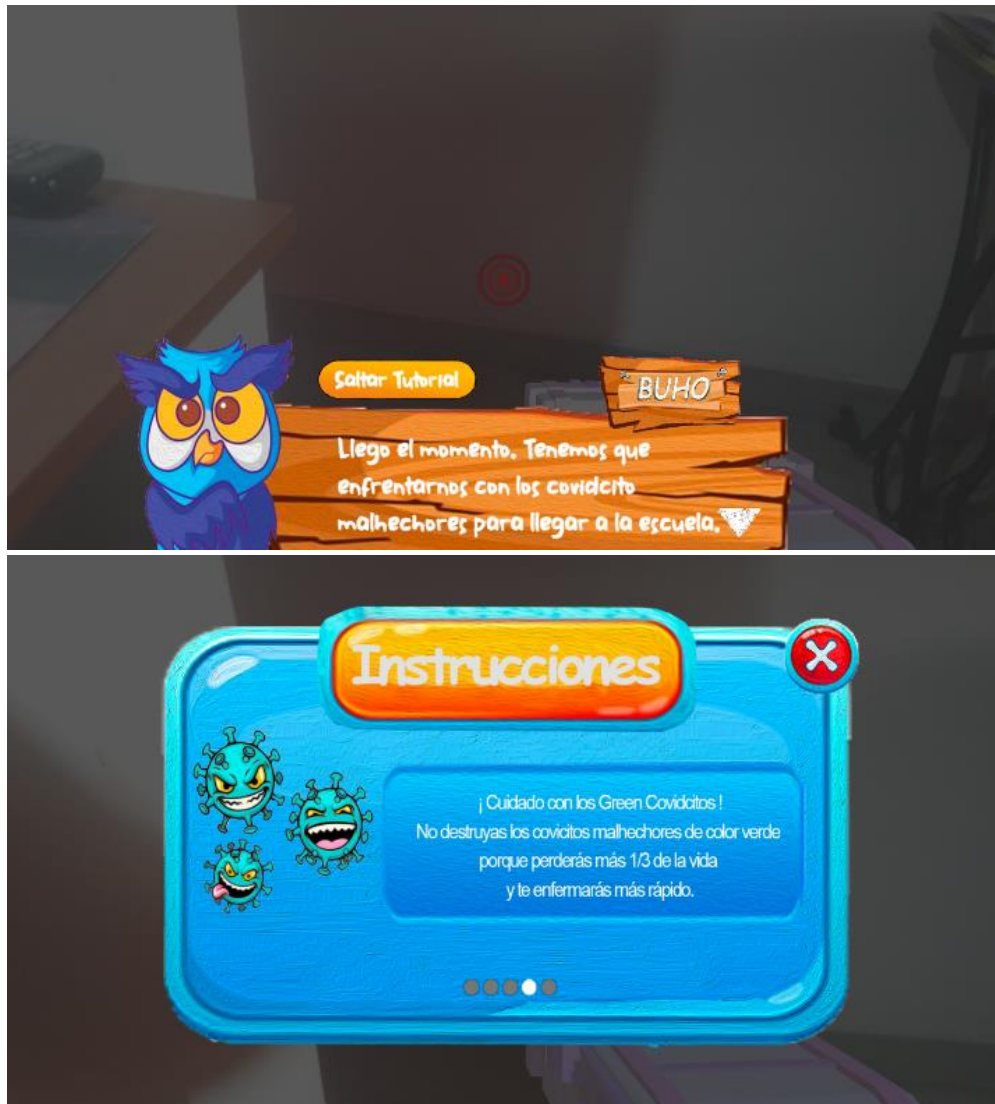


Figura 38. Pantalla de tutorial del tercer nivel e información

Fuente: [Elaborado por el autor]

2.3.6.5. Escenario de tienda

En las figuras 39 y 40 muestra la pantalla de tienda del juego. El objetivo para que el jugador pueda administrar sus recursos, se hace la venta de municiones para los niveles del juego y equiparse si es necesario recursos adicionales.



Figura 39. Pantalla de tienda del juego

Fuente: [Elaborado por el autor]



Figura 40. Pantalla de tienda confirmación de compra

Fuente: [Elaborado por el autor]

2.3.6.6. Escenario de insignias del juego

En las figuras 41 y 42 muestra la pantalla de insignias del juego. El objetivo es mostrar las insignias conseguidas en el juego cuando se completa un reto, cada insignia explicado su significado cuando esta de color claro y cuando esta de color opaco explica cómo conseguirla.



Figura 41. Pantalla de insignia principal

Fuente: [Elaborado por el autor]



Figura 42. Pantalla de información de la insignia

Fuente: [Elaborado por el autor]

2.3.6.7. Escenario de pantalla de progresos del juego

En las figuras 43 muestra la pantalla de progresos en el juego. A continuación, se detalla cada uno de los elementos de esta pantalla:

- **Porcentaje de juego completado:** Es el porcentaje global de progreso del juego completado.
- **Número de estrellas conseguidas:** Es el número de estrellas totales conseguidas de todo el juego.
- **Número de insignias conseguidas:** Es el número de insignias totales conseguidas de todo el juego.
- **Tiempo de juego:** Total de minutos de juego realizado.
- **Número total de escudos:** Total de escudos de burbuja en posesión.
- **Número total de monedas:** Total de monedas en posesión.
- **Número de balas burbuja:** Total de munición de burbujas en posesión.



Figura 43. Pantalla de configuraciones

Fuente: [Elaborado por el autor]

2.4. Resumen del capítulo

En este capítulo se muestra la implementación del juego serio. La arquitectura implementada, herramientas, recursos, una ligera revisión de los procesos de iPlus y marco ágil de Scrum y las salidas obtenidas. Adicional, los artefactos creados para proceder el inicio del desarrollo, y un breve detalle de dos sprints completos de este proyecto, así como el producto final obtenido.

CAPÍTULO 3: EVALUACIONES, PRUEBAS Y RESULTADOS

3. EVALUACIONES, PRUEBAS Y RESULTADOS

3.1. Pruebas de rendimiento

Las pruebas de rendimiento son un proceso que permite determinar la velocidad, escalabilidad y la estabilidad de una aplicación en un ambiente de trabajo determinado para garantizar la calidad del software y prepararlo para el lanzamiento al mercado [34]. No existe una metodología estándar para realizar las pruebas de rendimiento, pero es posible diseñarlas por parte de la organización o desarrollador quien desea aplicarlas. Por ello, en la tabla 27 se muestra los pasos para realizar las pruebas de rendimientos diseñados por el desarrollador del juego a partir de la experiencia con herramientas de monitoreo para el motor de Unity y Android.

Método para realizar pruebas de rendimiento
Identificación del entorno de prueba
Identificar las métricas de rendimiento
Planificación y diseño de las pruebas de rendimiento
Ejecución y resultados de la prueba
Análisis de los resultados
Consideraciones y aplicación de ajustes

Tabla 27. Método para realizar pruebas de rendimiento

Fuente: [Elaborado por el autor]

3.1.1. Identificación del entorno de pruebas

Se realizará la ejecución de la prueba en Unity mediante la herramienta de Profiera que permite el análisis y monitoreo en tiempo real de la ejecución del juego en editor del motor de juegos [35]. Adicional, abstrae la información con exactitud de los subsistemas como CPU, memoria, entre otros, para tener un mejor panorama del juego y sus elementos.

Otra herramienta necesaria para realizar las mediciones directamente en el dispositivo móvil con el juego instalado es Android Profiler. Este instrumento permite el monitoreo de los recursos por subsistemas de un dispositivo móvil con el sistema operativo de Android

en tiempo real de ejecución [36]. Ambas herramientas serán de gran utilidad para revisar el juego tanto en su entorno de desarrollo como en el dispositivo móvil objetivo que se desea instalar.

Finalmente, en la tabla 28 se detalla las características del dispositivo Android que será utilizado para la ejecución de las pruebas de rendimiento.

Característica	Descripción
Nombre Del Dispositivo	SAMSUNG GALAXY TAB A7 2020
Pantalla	TFT de 10,4 pulgadas FullHD+ a 2.000 x 1.200 Ratio 5:3
Procesador	Snapdragon 662 a 2GHz
Versiones	3GB/32GB
Cámaras Frontales	5 megapíxeles
Cámaras Traseras	8 megapíxeles
Batería	7.040 mAh Carga rápida de 15W
Sistema Operativo	Android 10
Conectividad	Wifi 5 USB tipo C

Tabla 28. Características del dispositivo Android para pruebas de rendimiento

Fuente: [Elaborado por el autor]

3.1.2 Identificación de las métricas de rendimiento

La evaluación de rendimiento de productos de software es un proceso que recopila datos para determinar métricas de rendimiento máximas/mínimas optimas, entre ellas están el uso de memoria permitida, el consumo del CPU aceptable, conexiones de red, entre otros. Estas métricas dependen del público objetivo del juego, es decir, si fue desarrollado para consolas, computadora o dispositivos móviles, donde es posible determinar si cumplimos con los objetivos de rendimiento establecidos por la plataforma final de publicación [37]. También, permite determinar algún RCA (Robot Cause Analysis) posible para luego realizar el respectivo ajuste para corregirlo.

Para el juego serio se evaluará su rendimiento en los siguientes aspectos:

- Consumo de CPU
- Uso de memoria del dispositivo

3.1.2.1 Consumo de CPU

Para medir el rendimiento sobre el consumo de la CPU en videojuegos se utiliza la medida fotogramas por segundo (fps). Existen dos medidas ideales para que un videojuego se ejecute de manera óptima. La primera opción es 30 fps, donde cada fotograma se ejecuta en 33,33 ms. La segunda opción es 60 fps, donde cada fotograma se ejecuta en 16,66 ms [37]. El desarrollador o la organización deberán decidir cual opción escoger como medida base para su juego.

Sin embargo, en los dispositivos móviles no es posible utilizar durante mucho tiempo estas medidas, dado que un dispositivo se sobrecalentará y el sistema operativo acelerará térmicamente la CPU y la GPU. Por ello, se recomienda usar alrededor del 65% del tiempo disponible para permitir el enfriamiento entre fotogramas. Por lo demás, se tomó la decisión de mantener el juego a 30 fps estables con un tiempo de ejecución de fotograma entre 33 ms y 22 ms.

3.1.2.2 Uso de memoria del dispositivo

Una de las ventajas de utilizar el motor de Unity es la administración de la memoria RAM de manera automática para los scripts generados por el desarrollador. Esta información es asignada en pilas de pequeños fragmentos de datos y en un espacio de memoria establecido. Durante la ejecución se identifica y desasigna memorias de los fragmentos de memoria periódicamente mediante el recolector de elementos no utilizado (GC) incorporado por Unity y se recomienda que un juego utilice como máximo 1 GB de memoria RAM como máximo y, también tener el GC activado en el proyecto [38].

Sin embargo, la tecnología de AR mediante el servicio de Google ARCore recomiendan utilizarlo en un dispositivo compatible con 2 GB de memoria RAM disponible o superior, el sistema operativo sea Android 7 o superior [39], para que pueda ejecutarse de manera eficiente y optima.

En conclusión, se necesita tener activado el GC en las configuraciones del juego y consumir hasta 2 GB de memoria RAM como máximo en el dispositivo que utilizaremos como entorno de prueba.

3.1.3 Planificación y diseño de las pruebas de rendimiento

En el editor de Unity y el dispositivo escogido como entorno se realizará el monitoreo de las métricas de consumo de CPU y memoria RAM para registrar los resultados y realizar el análisis en la siguiente sección. Los escenarios elegidos para las pruebas serán el menú principal y los tres niveles de juego debido a la frecuencia de uso y mayor criticidad.

3.1.4 Plantilla para recolección de mediciones

En esta sección se muestra la plantilla para realizar el registro de las mediciones mostradas por las herramientas escogidas. En las tablas 29 y 30 se muestra el diseño de la tabla de resultados.

Prueba de Rendimiento	
Nombre de la Herramienta: Unity Profiler	Tiempo de la Prueba: 5 min
Muestra total: 500 fotogramas	Consumo medio de memoria RAM (MB):
Media de fotograma (fps):	Tiempo medio de ejecución de fotograma(ms):
Datos Recogidos	
Datos Recogidos para máxima fotograma	
Número de fotograma:	Tiempo de ejecución del fotograma(ms):
Consumo general de memoria RAM (MB):	
Datos Recogidos para mínimo fotograma	
Número de fotograma:	Tiempo de ejecución del fotograma(ms):

Consumo general de memoria RAM(MB):	

Tabla 29. Tabla resultados para pruebas de rendimiento en Unity Profiler

Fuente: [Elaborado por el autor]

Prueba de Rendimiento	
Nombre de la Herramienta: Android Profiler	Tiempo de la Prueba: 5 min
Media porcentaje consumo de CPU:	Tiempo medio de ejecución de 30 fotogramas (ms):
Consumo medio de memoria RAM (MB):	

Tabla 30. Tabla resultados para pruebas de rendimiento en Android Profiler

Fuente: [Elaborado por el autor]

3.1.5 Ejecución y resultados de la prueba de rendimiento

Esta sección muestra la ejecución de la prueba de rendimiento para los 4 escenarios planificados, pero en este documento solo se mostrará el detalle del escenario de menú principal. Para mayor detalle y los otros escenarios revisar el Anexo 3: Documento de pruebas de rendimiento.

3.1.5.1 Menú principal

En la tabla 31 y 32 se muestra los resultados obtenidos del escenario del menú principal y las figuras desde la 44 hasta 45 muestran la evidencia de las herramientas.

Prueba de Rendimiento	
Nombre de la Herramienta: Unity Profiler	Tiempo de la Prueba: 5 min
Muestra total: 500 fotogramas	Consumo medio de memoria RAM (MB): 243 MB
Media de fotograma (fps): 30 fps	Tiempo medio de ejecución de fotograma(ms):

	16.62 ms
Datos Recogidos	
Datos Recogidos para máximo fotograma	
Número de fotograma: 30 fps	Tiempo de ejecución del fotograma(ms): 28.49 ms
Consumo general de memoria RAM (MB): 56.1 MB	
Datos Recogidos para mínimo fotograma	
Número de fotograma: 22 fps	Tiempo de ejecución del fotograma(ms): 32.31ms
Consumo general de memoria RAM(MB): 56.4 MB	

Tabla 31. Resultados de Unity Profiler

Fuente: [Elaborado por el autor]

Prueba de Rendimiento	
Nombre de la Herramienta: Android Profiler	Tiempo de la Prueba: 5 min
Media porcentaje consumo de CPU: 25%	Tiempo medio de ejecución de 30 fotogramas (ms): 1200 ms
Consumo medio de memoria RAM (MB): 329 MB	

Tabla 32. Resultados de Android Profiler

Fuente: [Elaborado por el autor]

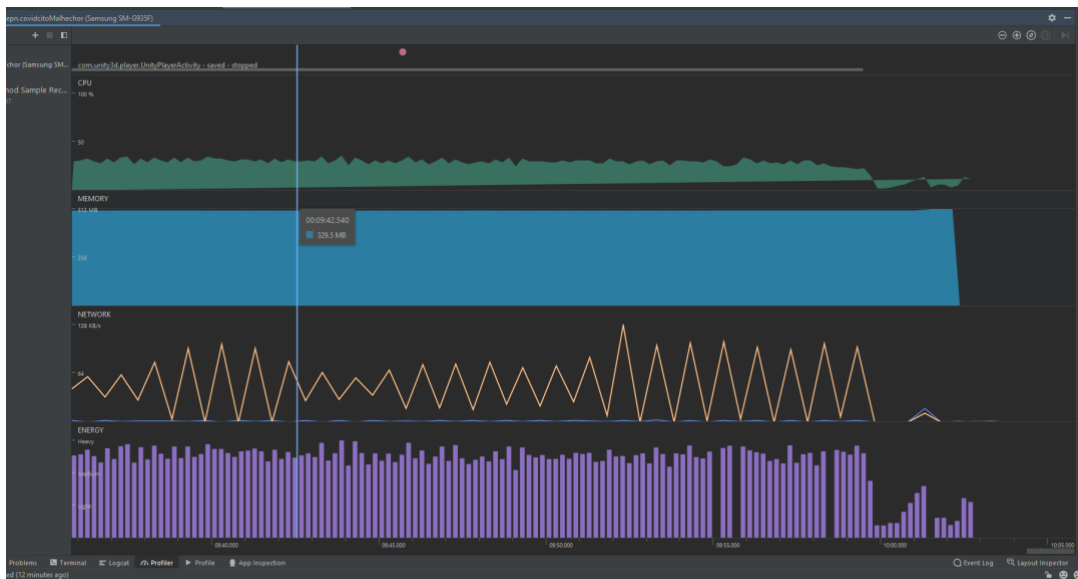


Figura 44. Resultados de Android Profiler

Fuente: [Elaborado por el autor]

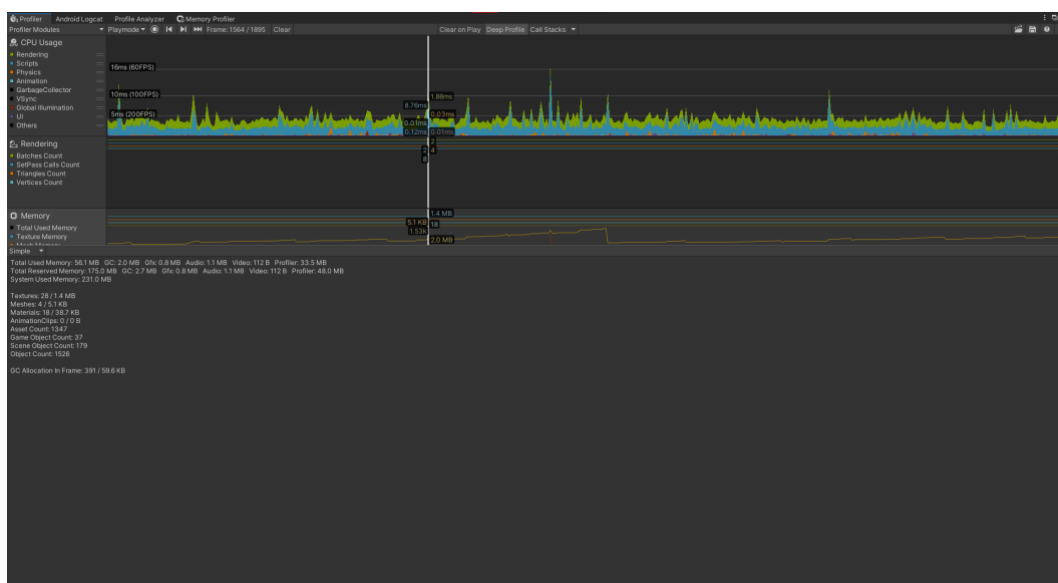


Figura 45. Resultados de Unity Profiler 1

Fuente: [Elaborado por el autor]

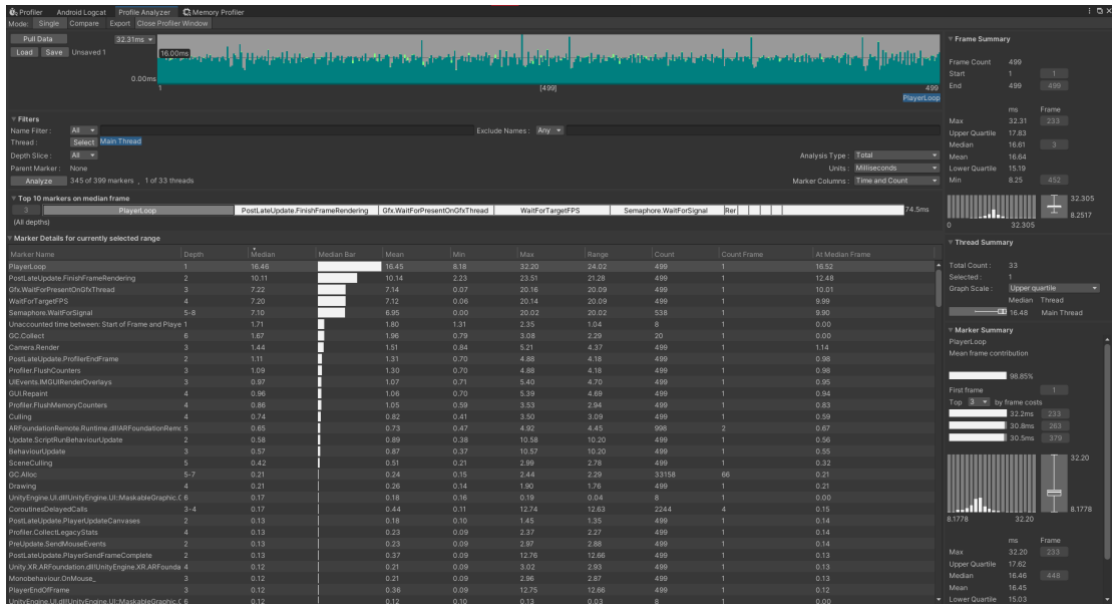


Figura 46. Resultados de Unity Profiler 2

Fuente: [Elaborado por el autor]

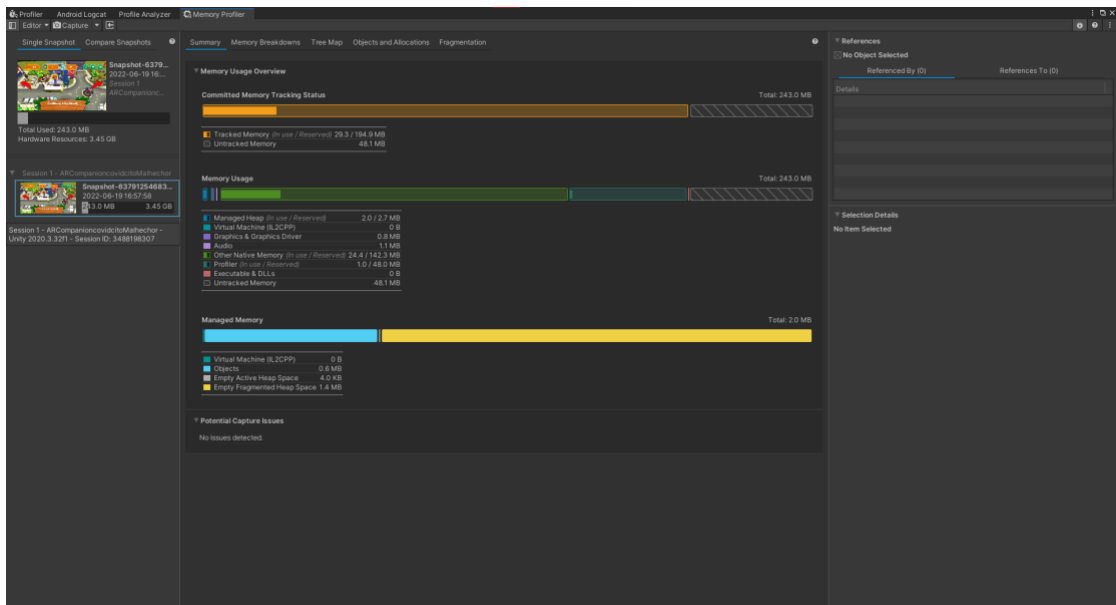


Figura 47. Resultados de Unity Profiler 3

Fuente: [Elaborado por el autor]

3.1.6 Análisis de los resultados principal

En esta sección se realizará el análisis de los resultados encontrados de cada uno de los escenarios para proponer ajustes del juego en los escenarios, su código fuente y recursos gráficos. Para mayor detalle revisa el Anexo 3: Documento de pruebas de rendimiento.

El consumo por elementos del juego alberga el mayor porcentaje de consumo de los recursos en los modelos 3D, script o código fuente y modelados 2D pues su porcentaje es mayor o igual de 20% en total de los recursos y puede ser un indicativo para realizar una mejora. Los escenarios nivel 1 y nivel 3 tienen mayor consumo de memoria RAM y puede producir lentitud en la ejecución de juego, incluso suspenderlo.

Finalmente, el análisis de resultados muestra los fotogramas por segundo encontrados, donde la medición mínima fue 18 fps y la máxima fue 78 fps entre todos los escenarios. Sin embargo, el juego se ejecuta estable en todos los escenarios y se mantiene la jugabilidad, pero es necesario realizar los ajustes en el escenario 2 porque tiene una bajada de fps considerable y necesita ser optimizado.

3.1.7 Consideraciones y aplicación de ajustes

En la tabla 33 se muestra las consideraciones concebidas luego de analizar los resultados de las pruebas.

Consideraciones para optimizar el juego		
Recomendación/Recurso	CPU	Memoria RAM
Crear componentes reutilizables para los escenarios	X	X
Optimización de código con técnicas recomendadas de programación de Unity	X	
Activar el GC en el juego		X
Reducir el número de polígonos de los objetos 3D	X	X
Disminuir los objetos del escenario		X
Estandarizar con 30 fps en todos los escenarios mediante la sentencia targetFrameRate	X	

Tabla 33. Consideraciones para optimizar el juego

Fuente: [Elaborado por el autor]

Luego de aplicar estas consideraciones el rendimiento del juego mejoró sustancialmente y se mantuvo en 30 fps en los escenarios que tuvieron observaciones. En las figuras 48 y 49, se muestra la evidencia de la ejecución de la herramienta donde el escenario registra estabilidad en sus fps y el consumo de memoria.

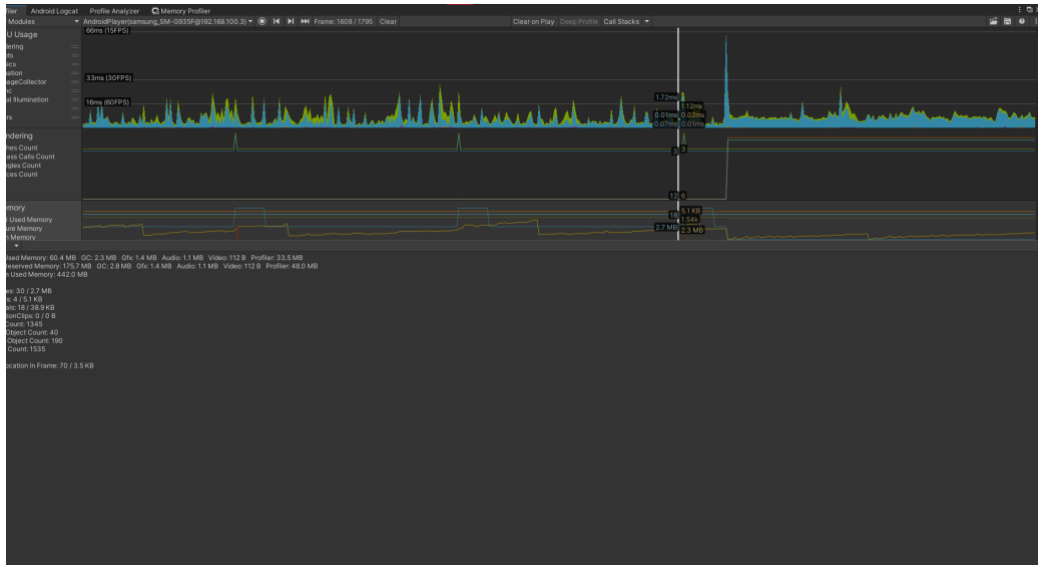


Figura 48. Resultados de nivel 3 luego de optimización

Fuente: [Elaborado por el autor]

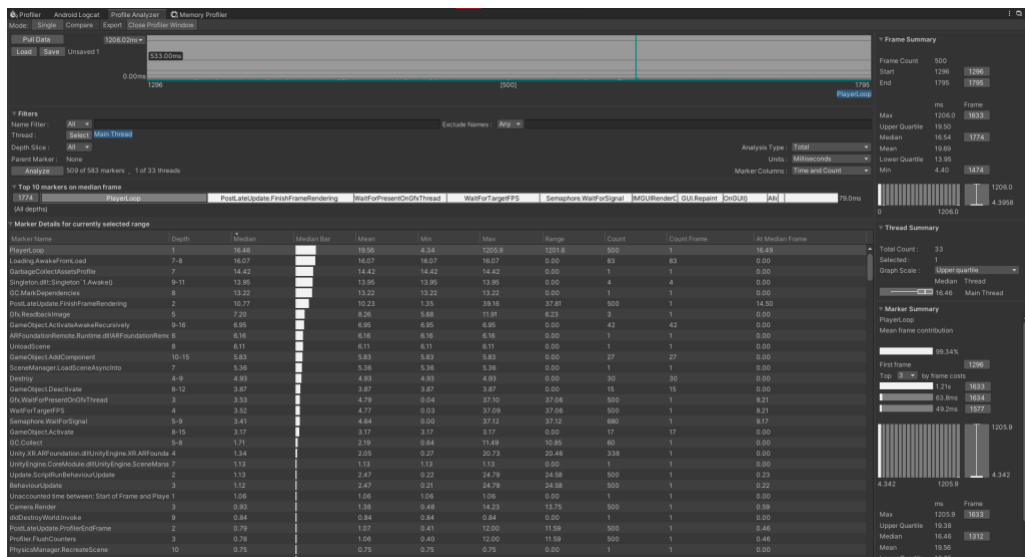


Figura 49. Resultados de nivel 3 luego de optimización

Fuente: [Elaborado por el autor]

3.2. Pruebas de funcionalidad

Para este proyecto se realizaron la especificación de pruebas de caja negra como parte de las pruebas de funcionalidad que permiten comprobar si la compilación de una versión del aplicativo está acorde al comportamiento esperado. Adicional, estas pruebas especifican el comportamiento de un sistema o una parte del sistema cuando se lo estimula con eventos específicos con un conjunto de reglas para mapear una respuesta [40].

Por ello, ya poseyendo los requerimientos y criterios de aceptación definidos al principio del proyecto, se detallaron varios casos de prueba en cada escena del juego y aplicando el formato usado en [41], que menciona el caso de prueba esperado y la salida encontrada en la prueba. Cada una de las pruebas se detallaron acorde a la funcionalidad aceptada por el Producto Owner quien aprobó cada una de ellas en los entregables del proceso de desarrollo y cumplieron con los requerimientos exitosamente.

Añadido a los requerimientos y criterios definidos para del proyecto, los casos de prueba funcionales del proyecto se crearon con técnicas de pruebas de caja negra en [42] como:

1. Prueba de la tabla de decisiones
2. Prueba de transición estatal
3. Métodos de prueba basados en gráficos
4. Prueba de comparación

Para probar sistemáticamente un conjunto de funciones de un escenario acorde al diseño y requerimientos definidos [43].

Por lo demás, en las figuras 50 y 51 se muestre una parte de las pruebas de funcionalidad de caja negra del menú principal y uno de los niveles de juego. El detalle de todas las pruebas de funcionalidad realizadas se puede revisar en el Anexo 3. Documento de pruebas de funcionalidad.

Nombre del Escenario: Pantalla de inicio					
No.	Caso de Prueba	Tipo de Prueba	Resultado Esperado	Resultado Obtenido	Cumple
CPJ01	Verificar que el botón "Jugar" cargue datos del juego y haga una transición a la pantalla de carga para posterior pasar a la pantalla de menú principal	Prueba de transición estatal	Despliegue de la ventana de carga de datos del juego y luego realiza una transición a la pantalla de carga del juego para posterior pasar a la pantalla de menú principal	Despliegue de la ventana de carga de datos del juego y luego realiza una transición a la pantalla de carga del juego para posterior pasar a la pantalla de menú principal	Si
CPJ02	Verificar que el botón con símbolo de engranaje muestre la ventana de configuración	Prueba de transición estatal	Despliegue de la ventana de configuración del juego.	Despliegue de la ventana de configuración del juego.	Si
CPJ03	Verificar que el botón "Regresar" de la ventana de configuración cierre la ventana	Prueba de transición estatal	Cierre de la ventana de configuración.	Cierre de la ventana de configuración.	Si
CPJ04	Verificar que el botón de música cuando sea presionado y cambie a color rojo se pone en silencio la música del escenario.	Prueba de tabla de decisión	Silenciar la música del juego.	Silenciar la música del juego.	Si
CPJ05	Verificar que el botón de música cuando sea presionado y cambie a color verde empieza a reproducir la música del escenario.	Prueba de tabla de decisión	Reproducir la música del juego.	Reproducir la música del juego.	Si
CPJ06	Verificar que el botón de sonido cuando sea presionado y cambie a color rojo se pone en silencio los efectos de sonido del escenario.	Prueba de tabla de decisión	Silenciar los efectos de sonido del juego.	Silenciar los efectos de sonido del juego.	Si
CPJ07	Verificar que el botón de sonido cuando sea presionado y cambie a color verde reproduce los efectos de sonido del escenario.	Prueba de tabla de decisión	Reproducir los efectos de sonido del juego.	Reproducir los efectos de sonido del juego.	Si
CPJ08	Verificar que el botón de icono de podio cuando sea presionado cargue los datos del juego, haga una transición a la pantalla de carga para posterior pasar a la pantalla de progresos de juego.	Prueba de tabla de decisión	Despliegue de la ventana de carga de datos del juego y luego realiza una transición a la pantalla de carga del juego para posterior pasar a la pantalla de progresos del juego.	Despliegue de la ventana de carga de datos del juego y luego realiza una transición a la pantalla de carga del juego para posterior pasar a la pantalla de progresos del juego.	Si

Figura 50. Pruebas de funcionalidad de la pantalla de inicio

Fuente: [Elaborado por el autor]

Nombre del Escenario: Pantalla del nivel 1					
No.	Caso de Prueba	Tipo de Prueba	Resultado Esperado	Resultado Obtenido	Cumple
CPJ61	Verificar en el tutorial inicial tenga información concisa, fuente legible y letra	Métodos de prueba basados en gráficos	Información concisa con fuente legible y letra clara.	Información concisa con fuente legible y letra clara.	No
CPJ62	Verificar en la interfaz exista objetos que muestren el progreso del nivel de juego	Métodos de prueba basados en gráficos	Barra de objetos correctos elegidos. Barra de progreso de objetos insertados en la mochila.	Barra de objetos correctos elegidos. Barra de progreso de objetos insertados en la	Si
CPJ63	Verificar en el botón de "i" muestre la ventana de información del nivel de juego	Prueba de transición estatal	Despliegue de la ventana de información sobre el nivel del	Despliegue de la ventana de información sobre el nivel del	No
CPJ64	Verificar en la pantalla de información, el contenido sea conciso, fuente legible y letra clara	Métodos de prueba basados en gráficos	Información concisa con fuente legible y letra clara en la ventana de información	Información concisa con fuente legible y letra clara en la ventana de información	No
CPJ65	Verificar en la pantalla de información el botón "X" cierra la ventana de información	Métodos de prueba basados en gráficos	Cierre de la ventana de información.	Cierre de la ventana de información.	Si
CPJ66	Verificar en el botón de sonido cuando sea presionado y cambie a color rojo se pone en silencio los efectos de sonido del escenario.	Prueba de tabla de decisión	Silenciar los efectos de sonido del juego.	Silenciar los efectos de sonido del juego.	No
CPJ67	Verificar en el botón de sonido cuando sea presionado y cambie a color verde reproduce los efectos de sonido del	Prueba de tabla de decisión	Reproducir los efectos de sonido del juego.	Reproducir los efectos de sonido del juego.	No
CPJ68	Verificar en el botón con símbolo de engranaje muestre la ventana de	Prueba de transición estatal	Despliegue de la ventana de configuración del juego.	Despliegue de la ventana de configuración del juego.	No
CPJ69	Verificar en el botón de música cuando sea presionado y cambie a color rojo se pone en silencio la música del escenario.	Prueba de tabla de decisión	Silenciar la música del juego.	Silenciar la música del juego.	No
CPJ70	Verificar en el botón de música cuando sea presionado y cambie a color verde empieza a reproducir la música del escenario.	Prueba de tabla de decisión	Reproducir la música del juego.	Reproducir la música del juego.	No

CPJ71	Verificar en el juego cuando un objeto seleccionado es correcto	Prueba de tabla de decisión	Seleccionar un objeto correcto y arrastrarlo hacia la mochila aparece una estrella y un sonido de correcto. El personaje mostrado en el juego afirma que el objeto es	Seleccionar un objeto correcto y arrastrarlo hacia la mochila aparece una estrella y un sonido de correcto. El personaje mostrado en el juego afirma que	Si
CPJ72	Verificar en el juego cuando un objeto seleccionado es incorrecto	Prueba de tabla de decisión	Seleccionar un objeto incorrecto y arrastrarlo hacia la mochila aparece una "X" de color rojo y un sonido de incorrecto. El personaje mostrado en el juego afirma que el	Seleccionar un objeto incorrecto y arrastrarlo hacia la mochila aparece una "X" de color rojo y un sonido de incorrecto. El personaje mostrado en el juego	Si
CPJ73	Verificar en el juego cuando no es seleccionado ningún objeto	Prueba de tabla de decisión	El personaje mostrado en el juego demuestra que debemos elegir un objeto. Si no es elegido un objeto durante 3 minutos aparece la ventana de nivel fallido.	El personaje mostrado en el juego demuestra que debemos elegir un objeto. Si no es elegido un objeto durante 3 minutos aparece la ventana de nivel	Si
CPJ74	Verificar en el juego cuando elige todos los objetos correctos gane el nivel	Prueba de tabla de decisión	Seleccionar todos los elementos correctos gana el nivel	Seleccionar todos los elementos correctos gana el nivel	Si
CPJ75	Verificar en el juego cuando elige todos los objetos incorrectos no gane más de una estrella	Prueba de tabla de decisión	Finalice el nivel con una estrella ganada y el porcentaje de juego no sea 100%. Las monedas ganadas no son las mismas a las obtenidas cuando solo se eligen los objetos correctos.	Finalice el nivel con una estrella ganada y el porcentaje de juego no sea 100%. Las monedas ganadas no son las mismas a las obtenidas cuando solo se eligen los objetos correctos.	Si
CPJ76	Verificar en el juego cuando cumple el reto de insignia aparezca que fue conseguida	Prueba de tabla de decisión	Cumplido el reto insignia, en la pantalla de nivel completado muestre la insignia conseguida	Cumplido el reto insignia, en la pantalla de nivel completado muestre la insignia conseguida	Si
CPJ77	Verificar en el juego cuando se cae un objeto de la mesa vuelve aparecer	Prueba de tabla de decisión	Un objeto cae de la mesa vuelve aparecer	Un objeto cae de la mesa vuelve aparecer	No
CPJ76	Verificar en el juego cuando cumple el reto de insignia aparezca que fue conseguida	Prueba de tabla de decisión	Cumplido el reto insignia, en la pantalla de nivel completado muestre la insignia conseguida	Cumplido el reto insignia, en la pantalla de nivel completado muestre la insignia conseguida	Si
CPJ77	Verificar en el juego cuando se cae un objeto de la mesa vuelve aparecer	Prueba de tabla de decisión	Un objeto cae de la mesa vuelve aparecer	Un objeto cae de la mesa vuelve aparecer	No
CPJ78	Verificar en el juego, en la ventana de nivel completado o fallido al presionar el botón con figura de casa retorna al menú principal	Prueba de transición estatal	Presiona el botón de figura de casa muestra la pantalla de carga para posterior mostrar la pantalla de	Presiona el botón de figura de casa muestra la pantalla de carga para posterior mostrar la	Si
CPJ79	Verificar en el juego, en la ventana de nivel completado o fallido al presionar el botón con flecha de retorno reinicia el nivel	Prueba de transición estatal	Presiona el botón de flecha de retorno reinicia el nivel	Presiona el botón de flecha de retorno reinicia el nivel	Si
CPJ80	Verificar en el juego, en la pantalla principal al presionar el botón con figura de casa muestra una ventana de confirmación	Prueba de transición estatal	Presiona el botón de figura de casa muestra una ventana de confirmación de salir al menú	Presiona el botón de figura de casa muestra una ventana de confirmación de salir al menú	Si
CPJ81	Verificar en la ventana de confirmación de salir al menú principal al presionar "No" cierre la ventana	Prueba de tabla de decisión	Presionar el botón "No" cierra la ventana de confirmación	Presionar el botón "No" cierra la ventana de confirmación	Si
CPJ82	Verificar en la ventana de confirmación de salir al menú principal al presionar "Si" muestre la pantalla de carga para posterior pasar al menú principal	Prueba de tabla de decisión	Presionar el botón "Si" muestre la pantalla de carga para posterior pasar al menú principal	Presionar el botón "Si" muestre la pantalla de carga para posterior pasar al menú principal	Si

Figura 51. Pruebas de funcionalidad de la pantalla de nivel 1

Como se observa existieron casos de prueba que no cumplieron con los criterios de la evaluación y se necesitó realizar los ajustes necesarios para solucionar los problemas encontrados para cumplir con el caso de prueba.

3.3. Evaluación de usabilidad con el usuario final

Para realizar la evaluación de usabilidad del juego "Covidcito Malhechor", se tomó como referencia el protocolo propuesto por Abhay Rautela [43]. Aplicando el cuestionario de usabilidad para juegos serios propuesto en el Laboratorio iSEasy de la Facultad de Ingeniería de Sistemas realizado por Ing. David Bernal. La figura 52 muestra el proceso de evaluación de usabilidad. Para mayor detalle de la evaluación de usabilidad revisar el Anexo 5: Documento de evaluación de usabilidad.

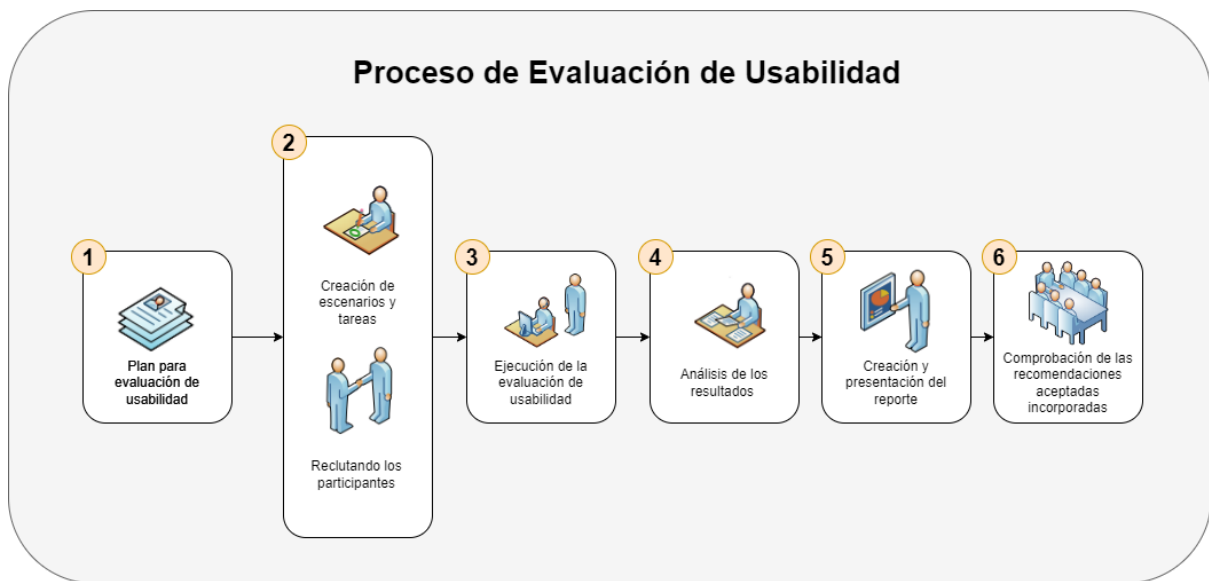


Figura 52. Proceso de evaluación de usabilidad

Fuente: [44]

3.3.1 Objetivos de la evaluación

- Conocer la opinión y grado de satisfacción sobre el juego serio de los potenciales usuarios.
- Manejar el cuestionario propuesto como instrumento de evaluación de usabilidad para el juego serio.

3.3.2 Alcance de la prueba

La evaluación consistirá en la ejecución de los tres niveles de juego para probar su funcionalidad, administración de objetos, jugabilidad y recompensas.

3.3.3 Funcionalidades para evaluación de la prueba

Cada participante deberá completar al menos dos niveles para obtener recompensas como monedas e insignias. Adicional, el jugador deberá comprar objetos para empezar un nivel y revisar su progreso en el juego.

3.3.4 Recursos necesarios

Para la prueba de usabilidad de necesitaran tres tipos de recursos como se muestra en la tabla 34 para instalar el aplicativo, documentos para uso del juego y carta de consentimiento.

Recurso	Descripción
Dispositivo móvil (Tablet o smartphone)	Lugar donde se instalará el juego serio para que puedan probarle. Debido que la aplicación necesita de una dependencia que es compatible con algunos dispositivos el presentador tendrá que tener preparado un dispositivo compatible y el instalador del juego para que puedan instalarlo.
Tríptico con información general del juego	Este documento contendrá información general del juego que describe su contenido, objetivo, personajes, funciones y trucos.
Carta de consentimiento	Este documento detalla los términos de uso de los participantes y la autorización del manejo de datos obtenidos. El participante debe firmar este documento antes de iniciar la evaluación.
Documento instructivo para el usuario	Este documento detalla los pasos y las tareas que deberá seguir el participante durante la evaluación de la prueba.

Tabla 34. Consideraciones para optimizar el juego. Fuente: [Elaborado por el autor]

3.3.5 Creación de escenario y reclutamiento de participantes

3.3.5.1 Creación de escenario y tareas

Dado que existe solo un rol de jugador se tiene tres grupos de tareas para realizar en la evaluación de usabilidad, pues debido al corto tiempo para ejecutarla se dividieron los niveles para disminuir el tiempo de juego y uso de otros espacios del aplicativo.

Grupo 1		
Tareas	Subtareas	Tiempo estimado
T1. Iniciar el aplicativo	1.1. Iniciar la aplicación "Covidcito Malhechor".	3 min
	1.2. Presionar botón en forma de retroceso para limpiar avance.	
T2. Entrar al menú principal	2.1. Presionar el botón de "play" para entrar al menú principal.	3 min
	2.2. En la pantalla de carga si aparece un cuestionario el participante intentará resolverlo caso contrario si sale un "¿Sabías que?" deberá leerlo. Luego presionar el botón de continuar.	
T3. Empezar el primer nivel de juego	3.1. Aparecerá el tutorial de Búho, que debe ser leído por el participante hasta que termine.	3 min
	3.2. Dar al globo en forma de covid-19 y aparecerá la ventana para empezar el juego.	
	3.3. En la ventana de empezar el juego presionar el botón de empezar.	
T4. Jugar el nivel 1	4.1. En la pantalla de carga si aparece un cuestionario el participante intentará resolverlo caso contrario si sale un "¿Sabías que?" deberá leerlo. Luego presionar el botón de continuar.	6 min
	4.2. Aparecerá el tutorial de Búho, que debe ser leído por el participante hasta que termine.	
	4.3. Seguir las instrucciones para que aparezca el escenario de juego.	
	4.4 Tomar todos los objetos necesarios para ganar el nivel.	
	4.5 Al finalizar aparecerá la ventana de resultados y le damos al botón con figura de casa para regresar al menú principal.	
T5. Visualizar insignias	5.1. En la pantalla del menú principal, presionar el botón en forma de trofeo.	6 min
	5.2. En la pantalla de carga si aparece un cuestionario el participante intentará resolverlo caso contrario si	

	<p>sale un “¿Sabías que?” deberá leerlo. Luego presionar el botón de continuar.</p> <p>5.3. Aparecerá el tutorial de Búho, que debe ser leído por el participante hasta que termine.</p> <p>5.4. Se mostrará el mural de insignias e información de las mismas</p>	
T6. Revisar el progreso en el juego	<p>6.1. En el menú principal presionar el botón de inicio.</p> <p>6.2. En la pantalla de carga si aparece un cuestionario el participante intentará resolverlo caso contrario si sale un “¿Sabías que?” deberá leerlo. Luego presionar el botón de continuar.</p> <p>6.3. En la pantalla inicial presiona el botón con la forma de podio.</p> <p>6.4. Visualizar el progreso en el juego y el tiempo de juego</p>	4 min
T7. Comprar ítems del juego	<p>7.1. En el menú principal presionar el botón de tienda.</p> <p>7.2. En la pantalla de carga si aparece un cuestionario el participante intentará resolverlo caso contrario si sale un “¿Sabías que?” deberá leerlo. Luego presionar el botón de continuar.</p> <p>7.3. Elegir entre escudos y munición de burbujas y presiona en el botón “Comprar”. Aparecerá una ventana de confirmación y presionar en “Si”</p>	3 min

Tabla 35. Tareas para el grupo 1. Fuente: [Elaborado por el autor]

Grupo 2		
Tareas	Subtareas	Tiempo estimado
T1. Iniciar el aplicativo	1.1. Iniciar la aplicación “Covidcito Malhechor”.	1 min
	1.2. Presionar botón en forma de retroceso para limpiar avance.	
T2. Entrar al menú principal	2.1. Presionar el botón de “play” para entrar al menú principal.	2 min
	2.2. En la pantalla de carga si aparece un cuestionario el participante intentará resolverlo	

	caso contrario si sale un “¿Sabías que?” deberá leerlo. Luego presionar el botón de continuar.	
T3. Empezar el primer nivel de juego	3.1. Aparecerá el tutorial de Búho, que debe ser leído por el participante hasta que terminé.	3 min
	3.2. Dar al globo en forma de covid-19 y aparecerá la ventana para empezar el juego.	
	3.3. En la ventana de empezar el juego presionar el botón de empezar.	
T4. Jugar el nivel 2	4.1. En la pantalla de carga si aparece un cuestionario el participante intentará resolverlo caso contrario si sale un “¿Sabías que?” deberá leerlo. Luego presionar el botón de continuar.	7 min
	4.2. Aparecerá el tutorial de Búho, que debe ser leído por el participante hasta que terminé.	
	4.3. Seguir las instrucciones para que aparezca el escenario de juego.	
	4.4. Tomar los objetos alrededor del personaje y luego entregárselos.	
	4.5. Al finalizar aparecerá la ventana de resultados y le damos al botón con figura de casa para regresar al menú principal.	
T5. Visualizar insignias	5.1. En la pantalla del menú principal, presionar el botón en forma de trofeo.	6 min
	5.2. En la pantalla de carga si aparece un cuestionario el participante intentará resolverlo caso contrario si sale un “¿Sabías que?” deberá leerlo. Luego presionar el botón de continuar.	
	5.3. Aparecerá el tutorial de Búho, que debe ser leído por el participante hasta que terminé.	
	5.4. Se mostrará el mural de insignias e información de las mismas	
T6. Revisar el progreso en el juego	6.1. En el menú principal presionar el botón de inicio.	4 min
	6.2. En la pantalla de carga si aparece un cuestionario el participante intentará resolverlo caso contrario si sale	

	un “¿Sabías que?” deberá leerlo. Luego presionar el botón de continuar.	
	6.3. En la pantalla inicial presiona el botón con la forma de podio.	
	6.4. Visualizar el progreso en el juego y el tiempo de juego	
T7. Comprar ítems del juego	7.1. En el menú principal presionar el botón de tienda.	3 min
	7.2. En la pantalla de carga si aparece un cuestionario el participante intentará resolverlo caso contrario si sale un “¿Sabías que?” deberá leerlo. Luego presionar el botón de continuar.	
	7.3. Elegir entre escudos y munición de burbujas y presiona en el botón “Comprar”. Aparecerá una ventana de confirmación y presionar en “Si”	

Tabla 36. Tareas para el grupo 2. Fuente: [Elaborado por el autor]

Grupo 3		
Tareas	Subtareas	Tiempo estimado
T1. Iniciar el aplicativo	1.1. Iniciar la aplicación “Covidcito Malhechor”.	1 min
	1.2. Presionar botón en forma de retroceso para limpiar avance.	
T2. Entrar al menú principal	2.1. Presionar el botón de “play” para entrar al menú principal.	2 min
	2.2. En la pantalla de carga si aparece un cuestionario el participante intentará resolverlo caso contrario si sale un “¿Sabías que?” deberá leerlo. Luego presionar el botón de continuar.	
T3. Empezar el primer nivel de juego	3.1. Aparecerá el tutorial de Búho, que debe ser leído por el participante hasta que terminé.	3 min
	3.2. Dar al globo en forma de covid-19 y aparecerá la ventana para empezar el juego.	
	3.3. En la ventana de empezar el juego presionar el botón de empezar.	

T4. Jugar el nivel 3	4.1. En la pantalla de carga si aparece un cuestionario el participante intentará resolverlo caso contrario si sale un “¿Sabías que?” deberá leerlo. Luego presionar el botón de continuar.	5 min
	4.2. Aparecerá el tutorial de Búho, que debe ser leído por el participante hasta que terminé.	
	4.3. Seguir las instrucciones para que aparezca el escenario de juego.	
	4.4. Destruir los covid hasta que se termine el tiempo.	
	4.5. Al finalizar aparecerá la ventana de resultados y le damos al botón con figura de casa para regresar al menú principal.	
T5. Visualizar insignias	5.1. En la pantalla del menú principal, presionar le botón en forma de trofeo.	6 min
	5.2. En la pantalla de carga si aparece un cuestionario el participante intentará resolverlo caso contrario si sale un “¿Sabías que?” deberá leerlo. Luego presionar el botón de continuar.	
	5.3. Aparecerá el tutorial de Búho, que debe ser leído por el participante hasta que terminé.	
	5.4. Se mostrará el mural de insignias e información de las mismas	
T6. Revisar el progreso en el juego	6.1. En el menú principal presionar el botón de inicio.	4 min
	6.2. En la pantalla de carga si aparece un cuestionario el participante intentará resolverlo caso contrario si sale un “¿Sabías que?” deberá leerlo. Luego presionar el botón de continuar.	
	6.3. En la pantalla inicial presiona el botón con la forma de podio.	
	6.4. Visualizar el progreso en el juego y el tiempo de juego	
T7. Comprar ítems del juego	7.1. En el menú principal presionar el botón de tienda.	3 min
	7.2. En la pantalla de carga si aparece un cuestionario el participante intentará resolverlo caso contrario si sale	

	un “¿Sabías que?” deberá leerlo. Luego presionar el botón de continuar.	
	7.3. Elegir entre escudos y munición de burbujas y presiona en el botón “Comprar”. Aparecerá una ventana de confirmación y presionar en “Si”	

Tabla 37. Tareas para el grupo 3. Fuente: [Elaborado por el autor]

Cada uno de los grupos tiene aproximadamente de 25 minutos para realizar las tareas especificadas. Se tiene considerado también una inducción inicial del juego para conocimiento general de los participantes.

3.3.5.2 Reclutamiento de participantes

Para esta evaluación se necesitaron 15 usuarios. Según un estudio de Laura Faulkner [45] se demuestra que el número de usuario influye en los resultados de la prueba. Si son usado 5 usuarios, el promedio de problemas de usabilidad encontrados es 85% y los hallazgos se mantienen en el rango desde 55% al 85% que muestra una debilidad, ya que son muy variables y pueden ser inconsistentes. Por otro lado, usar 15 usuarios permite tener el 95% de los problemas de usabilidad con un porcentaje mínimo del 82% que es mucho mejor y se ajusta con los objetivos de la prueba. Sin embargo, se aplicaron a 21 participantes para este proyecto.

Por ello, los 15 usuarios estarán conformados por adolescentes, jóvenes, adultos y estudiantes.

3.3.6 Ejecución de la evaluación de usabilidad de participantes

En esta sección se realizó la evaluación de usabilidad del juego serio “Covidcito Malhechor”, que comenzó con la introducción al juego para los participantes, donde el desarrollador y moderador como se muestra en la ilustración 53 a 55. En la sesión de usabilidad se presentó los siguientes puntos.

- Indicaciones sobre cómo se realizará la evaluación.
- Entrega de la documentación correspondiente a cada participante.
- Mantenerse atento a las inquietudes de parte de los participantes para responderlas
-



Figura 53. Reunión de planificación con usuarios con rol de jugador. Fuente: [Elaborado por el autor]



Figura 54. Reunión de planificación con usuarios con rol de jugador. Fuente: [Elaborado por el autor]



Figura 55. Reunión de planificación con usuarios con rol de jugador

Fuente: [Elaborado por el autor]

3.3.6.1 Documento de consentimiento

Los participantes firmaron el documento de consentimiento antes de empezar la evaluación de usabilidad. El documento detalla los términos de participación y la autorización para usar sus datos para este estudio.

3.3.6.2 Ingreso al juego serio o instalador disponible

Cada usuario ingresó al juego serio, "Covidcito Malhechor" mediante los dispositivos proporcionado por el moderado. Por otro lado, es posible descargar el juego solo si el dispositivo es compatible mediante el siguiente enlace:

[Enlace del juego a Google Play Store](#)

3.3.6.3 Realizar la actividad del grupo asignado

A cada participante se le proporciono con un documento con las tareas que debe realizar en la evaluación que están detalladas en la sección 3.3.5.1 de este documento.

3.3.6.4 Evaluación con el cuestionario propuesto

Al finalizar todas las tareas del documento por parte de cada participante se procedió a completar el cuestionario de usabilidad propuesto en la tabla 38.

CUESTIONARIO PROPUESTO PARA PRUEBAS DE USUARIO FINAL		Escala					
Categoría	Pregunta	1	2	3	4	5	N/A
Objetivo serio	1. ¿El contenido del juego es relevante para mis intereses?						
	2. ¿Para mí está claro cómo se relacionan los contenidos del juego con lo que quiere enseñar?						
	3. ¿Este juego es un método de enseñanza adecuado para el tema que se quiere aprender?						
	4. ¿Prefiero aprender con este juego, que aprender a través de otras formas (por ejemplo, otros métodos de enseñanza)?						
	5. ¿El juego contribuyó a mi aprendizaje en el tema que trató?						
	6. ¿El juego permitió un aprendizaje eficiente en comparación con otras actividades de aprendizaje?						
Visualización de la historia	7. ¿Estaba interesado en la historia del juego?						
	8. ¿Me sentí imaginativo con la historia?						
Visualización del mundo del juego	9. ¿Los cambios que hice en el mundo del juego, son persistentes y notables si retrocedo a donde he estado?						

	10. ¿Las metáforas utilizadas en el mundo del juego, se relacionaron con cosas que ya conozco?						
Visualización de personajes	11. ¿He sentido control sobre el personaje y he sido capaz de utilizar tácticas y estrategias?						
	12. ¿Las metáforas utilizadas en el personaje del juego, se relacionaron con cosas que ya conozco?						
Técnicas de gamificación	13. ¿Este juego es un desafío apropiado para mí?						
	14. ¿El juego proporciona nuevos desafíos (ofrece nuevos obstáculos, situaciones o variaciones) a un ritmo apropiado?						
	15. ¿El juego no se vuelve monótono a medida que avanza (tareas repetitivas o aburridas)?						
Gameplay	16. ¿Es evidente que se han tenido plenamente en cuenta las necesidades de los usuarios?						
	17. ¿Ha habido momentos en el uso de este juego, en los que me he sentido bastante tenso?						
	18. ¿Creo que me gustaría usar este juego con frecuencia?						
	19. ¿No tuve dificultad al momento de aprender a utilizar nuevas funciones en el juego?						
	20. ¿No se requirieron demasiados pasos para que algo funcione?						
Interfaz	21. ¿Las palabras en pantalla son fáciles de leer?						
	22. ¿Los diseños de pantalla facilitan las tareas?						

	23. ¿Los elementos de la pantalla son fáciles de seleccionar?						
	24. ¿La organización los términos utilizados en todo el juego?						
	25. ¿Se entendieron los términos utilizados en todo el juego?						
	26. ¿Fueron útiles los mensajes de error?						
	27. ¿Siempre que cometo un error al utilizar el juego, me recupero fácil y rápidamente?						
	28. ¿La información (mensajes en pantalla y otra documentación) proporcionada con este juego fue clara?						
Multimedia	29. ¿El uso de elementos multimedia mejora la presentación de la información?						
	30. La calidad de los elementos multimedia (texto, imagen, animación, video y sonido) utilizados es aceptable?						
Comentario respecto, a cómo te pareció el juego serio.							
Que sugerencia tienes para mejorar este juego serio.							

Tabla 38. Cuestionario de usabilidad propuesto

Fuente: [Elaborado por el autor]

Los participantes tuvieron que leer detenidamente cada pregunta del cuestionario para dar su opinión, seleccionando el grado de satisfacción en las valoraciones de la escala de Likert de 5 puntos como se muestra en la tabla 39.

Escala	Descripción
1	Totalmente en desacuerdo
2	En Desacuerdo
3	Neutral
4	De acuerdo
5	Totalmente de acuerdo
N/A	Pregunta no aplica con el juego serio evaluado

Tabla 39. Puntajes de la escala de Likert

Fuente: [Elaborado por el autor]

3.3.6.5 Resultados obtenidos

Basados en la escala de Likert se le asigno un porcentaje donde el 100% equivale a 5 y 20 % equivale a 1. Con el objetivo de realizar el análisis de resultados obtenidos comparándolos en la escala de usabilidad mostrada en la ilustración 55.

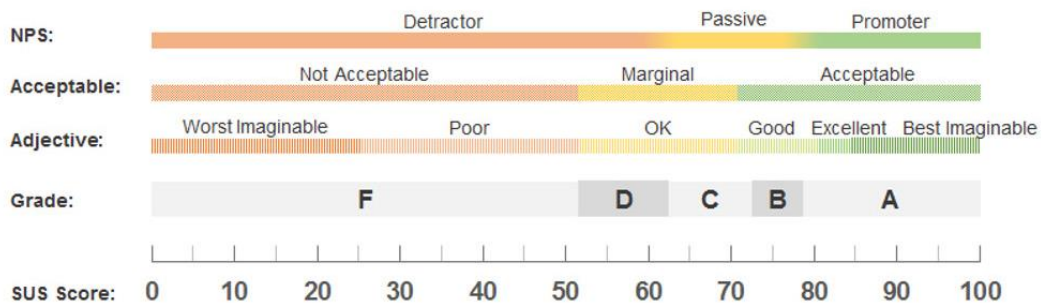


Figura 56. Escala de usabilidad de sistema (SUS)

Fuente: [45]

En la tabla 40, 41 y 42 nos muestran las clasificaciones adjetivas, escala de calificaciones y los rangos de aceptación respectivamente.

Clasificaciones de adjetivos	
Adjetivo	Puntuación
Peor imaginable	< 25
Pobre	> 39.17
Ok	> 52.01
Buena	> 72.75
Excelente	> 85.58
Mejor imaginable	100

Tabla 40. Calificación de adjetivos

Escala de calificaciones	
Calificación	Puntuación
A=Excelente	> 90
B=Sobresaliente	> 80 y < 89
C=Notable	> 70 y < 79
D=Bien	> 60 y < 69
F=Suspenso	< 59

Tabla 41. Escala de calificaciones

Rango de aceptación	
Rango	Puntuación

Aceptable	> 70
No aceptable	< 50
Marginal	> 50 y < 70

Tabla 42. Rango de aceptación

Fuente: [Elaborado por el autor]

Por ello, el grado de usabilidad propuesto por John Broke en [45], sugiere que si el puntaje obtenido es inferior al 68 de la tabla 7 el software probablemente tenga serios problemas de usabilidad que necesiten atenderse. Sin embargo, si está por encima del 68 es un software, el grado de usabilidad es aceptable.

En la figura 57 se muestra los resultados obtenidos de cada pregunta del cuestionario y sus porcentajes de usabilidad, donde se ha obtenido un porcentaje de usabilidad del 81%.

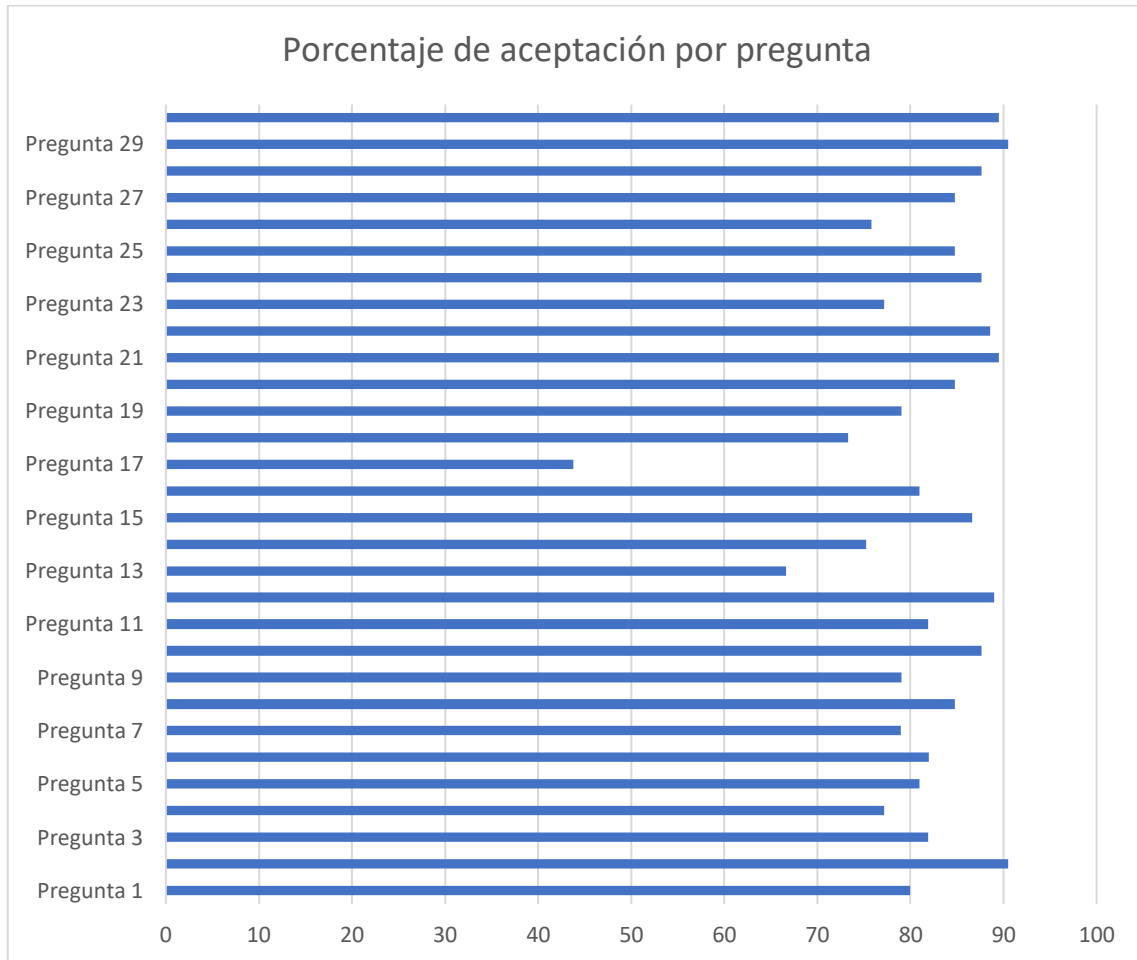


Figura 57. Porcentajes de usabilidad por pregunta

Fuente: [Elaborado por el autor]

Por otro lado, la figura 58 muestra un resumen de los porcentajes de usabilidad en base de las categorías planteadas. Las categorías de “Técnicas de gamificación” y “Gameplay” tienen el porcentaje más bajos de 76% y 72% respectivamente. Sin embargo, las categorías de multimedia e interfaz son los más altos con 90% y 84% respectivamente.

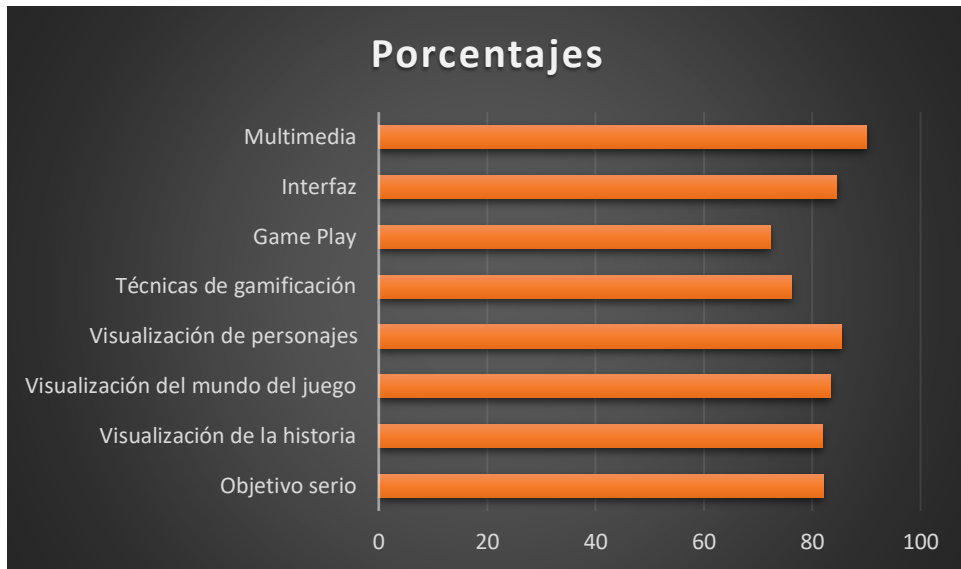


Figura 58. Porcentajes de usabilidad por categoría

Fuente: [Elaborado por el autor]

En las figuras desde la 59 hasta la 62 se muestra el grado de aceptación por parte los participantes basado en las preguntas planteadas.

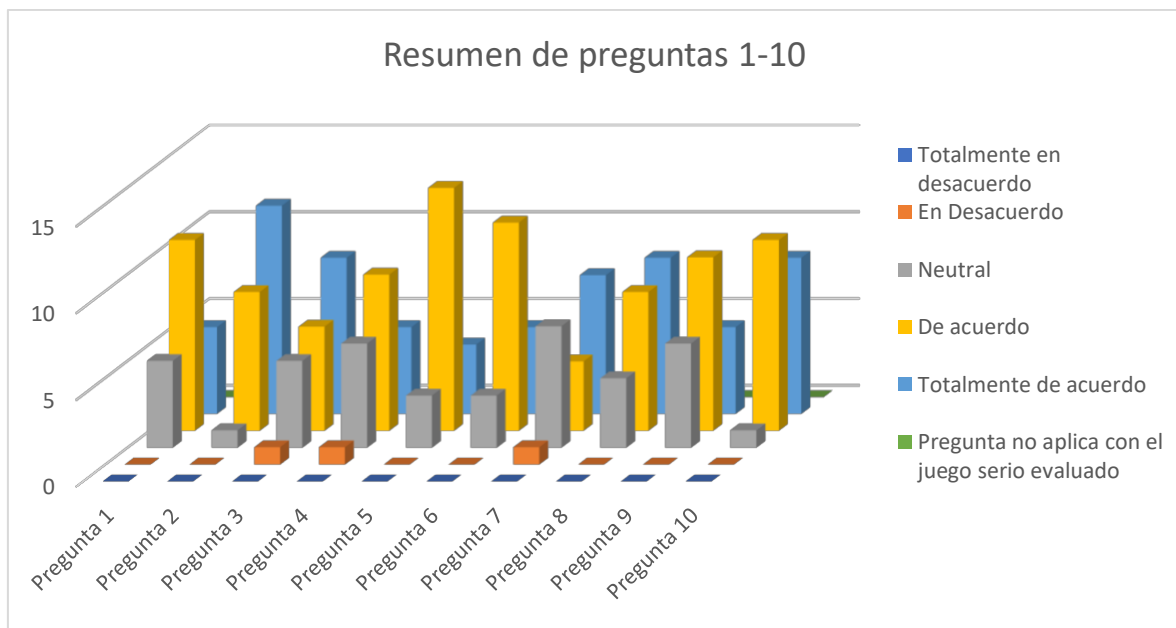


Figura 59. Aceptación de las preguntas 1-10

Fuente: [Elaborado por el autor]

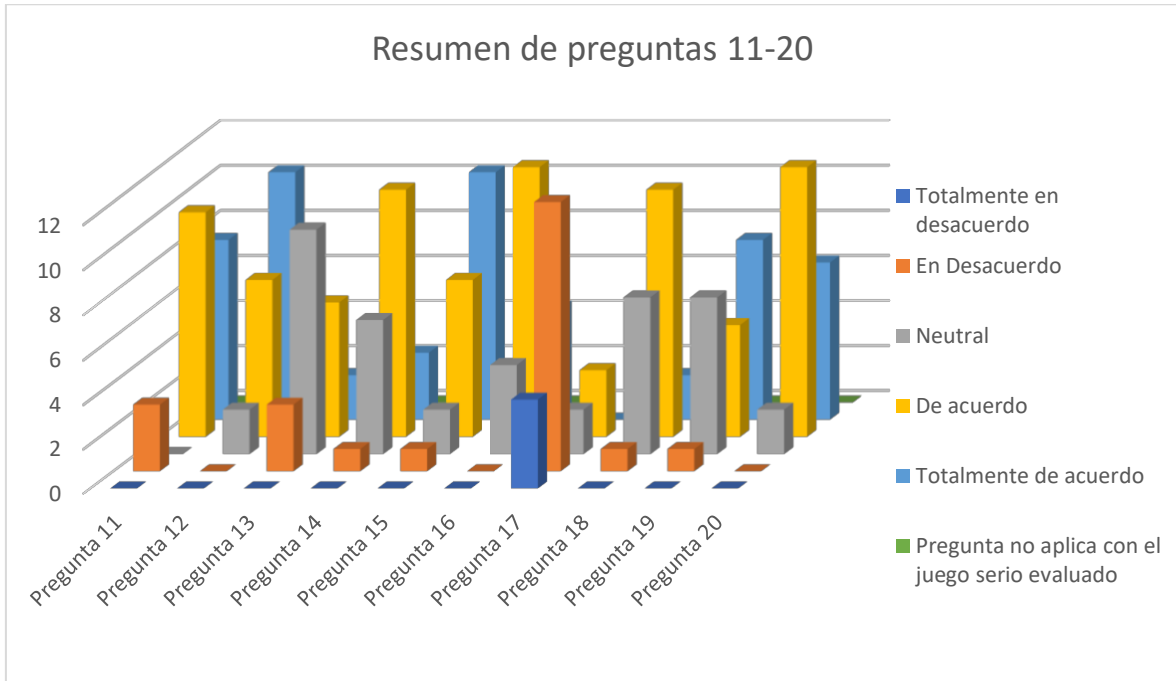


Figura 60. Aceptación de las preguntas 11-20

Fuente: [Elaborado por el autor]

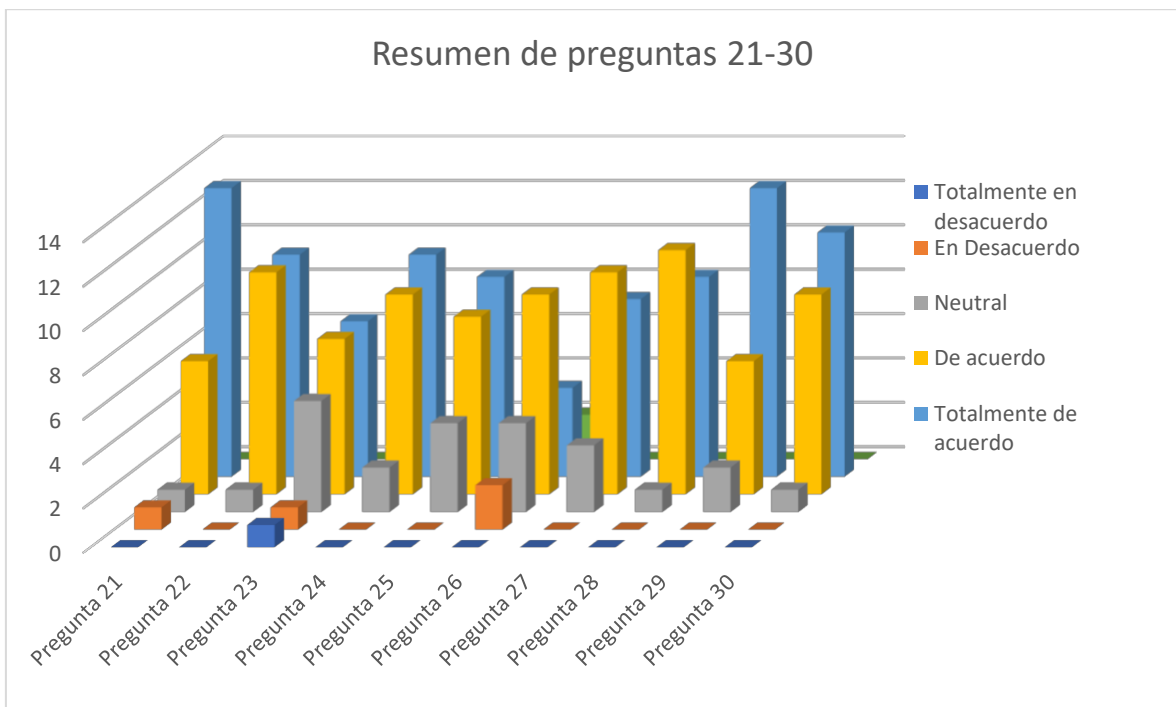


Figura 61. Aceptación de las preguntas 21-30

Fuente: [Elaborado por el autor]

Como parte final de la evaluación, cada participante menciona un comentario y sugerencias luego de haber jugado el juego, con el objetivo de aportar con opiniones para mejorar el juego como se muestran en las tablas 43 y 44.

Usuarios	Comentario respecto, a cómo te pareció el juego serio
Usuario 1	Me pareció interesante, ya que es una manera diferente de aprender acerca de algún tema.
Usuario 2	me pareció un juego interesante, ya que es otra manera de aprender sobre el COVID, ya que brinda información y es útil recordar utilizar mascarilla para evitar contagios el correcto lavado de las manos y mantener una distancia segura :3
Usuario 3	Es un buen juego relacionado al tema que tiene y la información que nos quiere dar
Usuario 4	Difera de la monotonía de otros juegos de aprendizaje, haciéndolo más entretenido e interactivo
Usuario 5	El juego es muy interactivo y sobre todo es educativo
Usuario 6	Me pareció interesante al mostrar cómo se puede cuidar del covid con una aplicación móvil.
Usuario 7	El juego es interesante, solo que puede llegar a ser difícil de seleccionar objetos y se necesita un dispositivo bastante capaz para que funcione correctamente.
Usuario 8	A veces el muñeco salió muy arriba, no es usable para los chiquitos, pero muy interesante para las personas que necesitan aprender lo básico de lo que es el covid y sus prevenciones.
Usuario 9	Entretenido y me gustó que las mecánicas de juego cambien en cada nivel
Usuario 10	Me pareció un juego bastante entretenido ya que existe mucha interactividad al hacer que nos movamos en la habitación.
Usuario 11	muy buen juego y la idea fue bastante única
Usuario 12	muy entretenido y sobre todo interactivo para que el usuario capte el mensaje que se busca transmitir
Usuario 13	El juego me resulto interesante, me engancho rápidamente
Usuario 14	Un juego bastante interactivo y logra captar la atención del usuario usando distintas mecánicas de jugabilidad en cada nivel lo que lo hace

	bastante divertido e informativo ya que los textos mostrados se muestran de una manera clara y precisa.
Usuario 15	Necesita adaptar mejor las resoluciones del juego

Tabla 43. Comentarios obtenidos de los usuarios

Fuente: [Elaborado por el autor]

Usuarios	Qué sugerencia tienes para mejorar este juego serio
Usuario 1	Como sugerencia, se podría mejorar la detección de profundidad para que así los personajes estén fijos sobre una mesa, o algún mueble que se asome en cámara, para que así no esté flotando. Aparte de eso el juego me pareció excelente.
Usuario 2	Descargarlo desde la play store
Usuario 3	Más niveles
Usuario 4	La movilidad del juego para que se mas continuo
Usuario 5	Implementar más niveles
Usuario 6	La compatibilidad con diferentes dispositivos móviles
Usuario 7	Ajustar el tamaño de pantalla, verificar el movimiento de los objetos del primer nivel.
Usuario 8	Aumentar más niveles con un poco más de complejidad
Usuario 9	Asegurar y testear un poco más los errores de calibración del touch en el nivel 1
Usuario 10	Que los objetos que se generan estén más separados y haya obstáculos al momento de guardarlos en la mochila.
Usuario 11	se deberían mejorar ciertos botones y también la parte de la compatibilidad con ciertos dispositivos móviles
Usuario 12	quizás un asiste que te ayude con pistas de lo que debes realizar
Usuario 13	Se podría mejorar fluidez del juego, en el nivel tres el juego no corría de la mejor manera, del resto me parece un juego excelente
Usuario 14	En el nivel 1 considero que el ícono de mochila en la parte inferior derecha no es tan necesario debido a que al pedirnos que movamos los objetos a la mochila me lleva un poco a confundirme y no fijarme en la mochila que se muestra en la realidad virtual del escenario, imagino que es para indicar la completitud del inventario requerido para aprobar el nivel, pero eso ya se puede intuir en el listado de la página superior

Usuario 15	Colocar más información para entender el juego
------------	--

Tabla 44. Sugerencias obtenidas de los usuarios

Fuente: [Elaborado por el autor]

3.3.5.6 Resultados obtenidos

Luego de realizar el procesamiento de los datos, se concluyó con un porcentaje resultante obtenido de 81%. Basados con la escala de evaluación SUS, el juego serio llamado "Covidcito Malhechor" presenta un grado de usabilidad "BUENO" ubicándose en el espectro entre "BUENO" y "EXCELENTE" y presenta una satisfacción de uso por parte de los usuarios finales. Adicional, las categorías de mayor aceptación por los usuarios son la interfaz (84%) y multimedia (90%), donde se encuentra la fortaleza de juego. Por otro lado, las categorías de menor aceptación fueron el "Gameplay" (72%) y las "Técnicas de Gamificación" (76%). Estas categorías necesitan ser tomadas en cuenta para la aplicación para futuros mejoras, así como, los comentarios realizados por los participantes debido a su criticidad en algunas funciones no encontradas en las pruebas de funcionalidad para mejorar la usabilidad y la aceptación de los usuarios.

3.4. Resumen del capítulo 3.

En este capítulo, se crearon los instrumentos de evaluación del juego serio incluyendo los documentos necesarios para aplicarlas, con el objetivo de cumplir las funcionalidades del juego y comprobar su correcta funcionalidad. Las pruebas de rendimiento permitieron evaluar y obtener resultados del consumo de recursos del juego en un dispositivo móvil en los escenarios críticos como los niveles de juego y el menú principal. Los resultados permitieron encontrar las debilidades del aplicativo para realizar optimizaciones que mejoraron su rendimiento. Las pruebas de funcionalidad permitieron encontrar observaciones e incumplimiento de los criterios en etapas antes de la entrega de la iteración de un *Sprint* y presentarla en el *Sprint Review*. Y finalmente las pruebas de usabilidad dieron como resultado un porcentaje de aceptación del 81%, donde su grado de usabilidades en base a la escala de SUS es “BUENO” ubicándose en el espectro entre “BUENO” y “EXCELENTE” y presenta una satisfacción de uso por parte de los usuarios finales.

CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

El proyecto detallado en este documento muestra una aplicación con 3 niveles de juego educativos enfocados en informar y concientizar a las personas sobre el covid-19. Cada nivel fue diseñado con la tecnología de realidad aumentada para promover el movimiento del usuario en su entorno real. El juego serio tiene implementada funcionalidades de: revisión del progreso, configuración de sonido, retroalimentación inmediata en los niveles, visualización de insignias, minijuegos, consejos e información sobre el covid-19, tutoriales de inicio a los niveles y diferentes funcionalidades con el personaje de Búho, tienda para comprar objetos y un menú principal atractivo e interactivo.

La metodología iPlus consistió en 5 fases las cuales son: identificación, objetivos pedagógicos, historia lúdica, *gameplay* y refinamiento, que permitieron la obtención de los requerimientos de diseño del juego serio para crear las historias épicas de usuario y el documento del diseño del juego. Este documento permitió especificar los elementos que posee el juego actualmente en cada uno de sus escenarios, incluso los elementos de gamificación como insignias, puntajes, recompensas y retroalimentación inmediata.

Mediante el marco de trabajo Scrum se crearon las historias de usuario con las funcionalidades requeridas y los entregables de cada interacción o *Sprint* para el desarrollo del juego serio. En total, se realizaron 8 sprints con tiempos de ejecución diferentes para cumplir con los entregables planificados y presentarlos en el *Sprint Review*, donde el *Product Owner* encontró observaciones que no cumplían los criterios de aceptación de las historias de usuario. Estas historias se tuvieron que trasladar al siguiente *Sprint Backlog* para su planificación, aplicar las respectivas correcciones e incrementar la funcionalidad del aplicativo.

Las pruebas de rendimiento fue un punto sustancial para mantener la mantenibilidad y jugabilidad del juego serio. Debido que está enfocado para dispositivos móviles con recursos limitados, se necesitó analizar los fps, su consumo de CPU y memoria RAM del juego luego de la etapa de desarrollo. El juego serio consumía mayor al 20% de la CPU y memoria RAM, con una ejecución entre 18 a 78 fps en los escenarios críticos como los niveles de juego y el menú principal. Por ello, se realizaron optimizaciones tanto a las configuraciones del juego en Unity como el código fuente y los recursos gráficos con mayor

tamaño. Como resultado se obtuvo una disminución del consumo de memoria RAM y CPU para mantener una ejecución mayor o igual 30 fps estables.

Al finalizar el entregable de un *Sprint* se realizaron pruebas de funcionalidad en el aplicativo para verificar su cumplimiento de los criterios de aceptación mediante la creación de casos de uso a las diferentes funcionalidades. Estos casos de uso tienen tipos de prueba como: prueba de la tabla de decisiones, prueba de transición estatal, métodos de prueba basados en gráficos y prueba de comparación, con el objetivo de realizar las pruebas con mayor exactitud y calidad. Esto permitió identificar problemas no identificados e incumplimiento temprano de los criterios para garantizar el funcionamiento correcto del entregable.

Finalmente, se realizaron la evaluación de usabilidad con el usuario final mediante el protocolo establecido por Abhay Rautela en [44] con el cuestionario de usabilidad para juegos serios propuesto en el Laboratorio isEasy de la Facultad de Ingeniería de Sistemas trabajados por el Ingeniero David Bernal. El resultado obtenido es de 81% como porcentaje de usabilidad, donde sus fortalezas basados por las categorías son interfaz (84%) y multimedia (90%) mientras las debilidades encontradas el “Gameplay” (72%) y las “Técnicas de Gamificación” (76%).

4.2. RECOMENDACIONES

Este proyecto necesita ajustes en sus modelos 2D, 3D e interfaces gráficas. Dado que el diseño de la interfaz gráfica fue realizado a partir de modelos ya establecidos, crear nuevos complementos gráficos y refinar los existentes como los objetos de cuidado personal, los personajes de juego e incluso el propio covid-19 permitirán mejorar la apreciación y entendimiento por parte del usuario.

El desarrollo ágil fue un trabajo organizado y planificado para el juego. Sin embargo, al realizarlo una sola persona no puede explotarse completamente el marco de trabajo de Scrum. Por ellos, debido a la cantidad de roles que la metodología necesita y el tiempo que necesita dedicarse a cada artefacto, se recomienda utilizarlo en un equipo de trabajo para que pueda obtener mejores resultados.

Es recomendable ampliar el uso de la realidad aumentada para el juego. Actualmente necesita dispositivos específicos para disfrutar el juego, pero si se realiza una compatibilidad con más dispositivos puede ser disfrutado por más personas y exponer el mensaje que quiere expresar este aplicativo.

Las pruebas de rendimiento y funcionalidad no tuvieron un formato estándar establecido por una metodología o un protocolo establecido. Se recomienda trabajar en un formato estándar que sea recomendado para estas pruebas para tener una plantilla que mantendrá resultado con mayor velocidad y conformidad.

Se recomienda adecuar el aplicativo para el uso de personas con discapacidad o varios idiomas para aumentar los usuarios que puedan utilizar el aplicativo.

5. GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Covid-19:** es una enfermedad infecciosa provocada por el virus SARS-CoV-2.
- **SARS-CoV-2:** virus que causa una enfermedad respiratoria llamada enfermedad por coronavirus de 2019 (COVID-19).
- **Realidad aumentada (AR):** es un conjunto de tecnologías que permiten visualizar parte del mundo real mediante un dispositivo tecnológico con información gráfica añadida.
- **Open Source:** es el software cuyo código fuente y otros derechos son publicados bajo una licencia de código abierto o forman parte del dominio público.
- **AR Foundation:** es un framework de Unity, entendido como una estructura conceptual y tecnológica de soporte definido para el desarrollo en el ámbito de realidad aumentada.
- **Entorno de desarrollo integrado (IDE):** es una aplicación informática que provee servicios generales para facilitarle al desarrollador o programador el desarrollo de software.
- **Gameplay (Mecánicas de juego):** son actividades realizadas en el entorno de juego, es decir, hace referencia a la interacción e identificación de funcionalidades que realiza un jugador en el juego.
- **Gamificación:** implantación de elementos y técnicas de diseño del juego a problemáticas que no tienen relación con el juego como desafíos sociales y empresarial.
- **Historia de usuario:** es la descripción de la funcionalidad que debe ser implantada en un producto software para aportar valor al cliente.
- **Incremento:** entregable del Sprint para aumentar la funcionalidad del producto con características terminados y funcionales que cumplen las necesidades del cliente.
- **Juego serio:** es el conjunto de varias componentes de un videojuego como: historia, software y el aspecto pedagógico.
- **Metodología iPlus:** metodología propuesta por la MSc. Mayra Carrión como parte de su tesis doctoral, donde se utiliza para la concepción y diseño de juegos serios.
- **Objetivo pedagógico:** son los resultados identificados requeridos en enfoques educativos, académicos o instruccionales específicos.
- **Covidcito Malhechor:** juego serio con propósito educativo creado durante el desarrollo de esta tesis.
- **Product Backlog:** es una lista de tareas que se van a realizar en el futuros Sprints por parte del equipo ágil.

- **Product Owner (propietario del producto):** persona encargada de la toma de decisiones del cliente. Su responsabilidad es el valor del producto.
- **Scrum:** marco de trabajo donde las personas pueden abordar problemas complejos, mientras entregan productos con el mayor valor posible de forma productiva y creativa.
- **Scrum Master:** responsable del cumplimiento del marco de Scrum, asegurando que se entienden en la organización, y se trabaja conforme a ellas.
- **Sprint:** ciclo de tiempo en el que se desarrolla cada incremento iterativo del producto.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Wattanasoontorn Voravika, Theppaitoon Mathus, and Boonsri Nattawut, *A Features Determination of an Augmented Reality Application with Regards to Commercial Perspective*, 17th IEEE. 2020.
- [2] Y. Shi *et al.*, "An overview of COVID-19," Zhejiang University Press, May 2020. doi: 10.1631/jzus.B2000083.
- [3] A. Trilla, "One world, one health: The novel coronavirus COVID-19 epidemic," *Medicina Clinica*, vol. 154, no. 5, pp. 175–177, Mar. 2020, doi: 10.1016/j.medcli.2020.02.002.
- [4] Zhou Feng, Duh Henry Been-Lirn, and Billingham Mark, *Trends in Augmented Reality Tracking, Interaction and Display: A Review of Ten Years of ISMAR*, 2008th ed. Cambridge, UK: IEEE, 2008.
- [5] Gómez-Álvarez María Clara, Gasca-Hurtado Gloria Piedad, and Giraldo García Cristian Felipe, *Serious games as a teaching strategy for software projects risk management*, 11CCC ed. IEEE, 2016.
- [6] V. Marín Díaz, M. Morales Díaz, and E. Reche Urbano, "Aprendizaje con videojuegos con realidad aumentada en educación primaria," *Revista de Ciencias Sociales (RCS)*, vol. XXVI, pp. 94–112, 2020, [Online]. Available: <https://orcid.org/0000-0001->
- [7] C. A. Clark and R. F. Barton, "Serious Games," 1971.
- [8] Ministerio de Salud Pública, "Ecuador - COVID-19 - Crisis del coronavirus 2022," 2022. <https://datosmacro.expansion.com/otros/coronavirus/ecuador> (accessed Jul. 17, 2022).
- [9] Presidencia de la República del Ecuador, "Presidencia de la República del Ecuador. El presidente Lasso lideró el inicio del Plan de Vacunación 9/100," 2022. <https://www.presidencia.gob.ec/el-presidente-lasso-lidero-el-inicio-del-plan-de-vacunacion-9-100/> (accessed Jul. 17, 2022).
- [10] Datos Marco, "Ecuador - COVID-19 - Crisis del coronavirus 2022," 2022. <https://datosmacro.expansion.com/otros/coronavirus/ecuador> (accessed Jul. 17, 2022).

- [11] World Health Organization, "Orientaciones para el público," 2022. <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public> (accessed Jul. 17, 2022).
- [12] J. Cabero Almenara and J. Barroso Osuna, "The educational possibilities of Augmented Reality," *Journal of New Approaches in Educational Research*, vol. 6, no. 1, pp. 44–50, Jan. 2016, doi: 10.7821/naer.2016.1.140.
- [13] Y. Chen, Q. Wang, H. Chen, X. Song, H. Tang, and M. Tian, "An overview of augmented reality technology," in *Journal of Physics: Conference Series*, Jul. 2019, vol. 1237, no. 2. doi: 10.1088/1742-6596/1237/2/022082.
- [14] D. B. Gutiérrez, "The educational possibilities of Augmented Reality," Universidad politécnica de Madrid, Madrid, 2017.
- [15] Unity Corp, "Unity," 2022. <https://unity.com/es>. <https://unity.com/es> (accessed Jul. 17, 2022).
- [16] Adobe, "Photoshop," 2019. <https://www.adobe.com/la/products/photoshop/>. (accessed Jul. 17, 2022).
- [17] Adobe, "Adobe," 2021. <https://www.adobe.com/la/products/illustrator.html> (accessed Jul. 17, 2022).
- [18] Blender, "Herramienta de modelado blender," 2021. <https://www.blender.org/> (accessed Jul. 17, 2022).
- [19] Google. Inc, "Android Developer," 2021. <https://developer.android.com/studio/features?hl=es-419> (accessed Jul. 17, 2022).
- [20] Microsoft Corp, "Microsoft C#," 2021. <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/csharp/tour-of-csharp/>. (accessed Jul. 17, 2022).
- [21] JetBrains. Inc, "Jetbrains IDE C#," 2021. <https://www.jetbrains.com/es-es/rider/> (accessed Jul. 17, 2022).
- [22] SQL. Consortium, "Sqlite," 2021. <https://www.sqlite.org/index.html> (accessed Jul. 17, 2022).
- [23] Unity Corp, "AR Foundation," 2021. <https://docs.unity3d.com/packages/com.unity.xr.arfoundation@4.2/manual/index.html#about-ar-foundation> (accessed Jul. 17, 2022).
- [24] M. Santórum and M. Perez, "iPlus Methodology for Requirements Elicitation for Serious Games." [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/336369094>
- [25] G. A. ARMENDÁRIZ BARRENO and M. G. SALTOS GUARACA, "ADAPTACIÓN DE LAS METODOLOGIAS ÁGILES SCRUM Y EXTREME GAME DEVELOPMENT EN UNA METODOLOGIA PARA DESARROLLO DE VIDEOJUEGOS EN ANDROID. CASO PRÁCTICO: DESARROLLO DE UN VIDEOJUEGO," INGENIEROS ES SISTEMA INFORMÁTICOS, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL CHIMBORAZO, Riobamba, 2013.

- [26] M. Carrión-Toro, M. Santorum, P. Acosta-Vargas, J. Aguilar, and M. Pérez, “iPlus a user-centered methodology for serious games design,” *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 10, no. 24, pp. 1–33, Dec. 2020, doi: 10.3390/app10249007.
- [27] IEEE Computer Society. Software Engineering Standards Committee. and IEEE-SA Standards Board., *IEEE recommended practice for software requirements specifications*. Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1998.
- [28] K. Schwaber and J. Sutherland, “La Guía Definitiva de Scrum: Las Reglas del Juego,” 2020.
- [29] J. F. Huambachano, “¿Qué es Scrum?,” Sep. 27, 2017. <https://www.scrum.org/resources/blog/que-es-scrum> (accessed Jul. 17, 2022).
- [30] K. Schwaber, “Resources Of Scrum,” 2021. <https://www.scrum.org/resources> (accessed Jul. 17, 2022).
- [31] A. Ulah, “Model-View-Controller (MVC) Architecture,” 2009. [Online]. Available: <http://www.jdl.co.uk><http://www.johndeacon.net>
- [32] A. Hernández *et al.*, “Software architecture for the development of videogames on the game engine Unity 3D,” 2018. [Online]. Available: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>
- [33] Mitch. Lacey, *The Scrum field guide : practical advice for your first year*. Addison-Wesley Professional, 2012.
- [34] Simplilearn, “What Is Performance Testing: Definition, Types, Methodology, and More,” Mar. 24, 2021. <https://www.simplilearn.com/what-is-performance-testing-article> (accessed Jul. 17, 2022).
- [35] Davide. Aversa and Chris. Dickinson, *Unity Game Optimization : Enhance and Extend the Performance of All Aspects of Your Unity Games, 3rd Edition*. Packt Publishing, Limited, 2019.
- [36] Google, “The Android Profiler | Android Developers. Android Developers,” 2020. <https://developer.android.com/studio/profile/android-profiler> (accessed Jul. 17, 2022).
- [37] Davide. Aversa and Chris. Dickinson, *Unity Game Optimization : Enhance and Extend the Performance of All Aspects of Your Unity Games, 3rd Edition*. Packt Publishing, Limited, 2019.
- [38] Unity Corp., “System requirements for Unity 2021 LT,” 2021. <https://docs.unity3d.com/Manual/system-requirements.html> (accessed Jul. 17, 2022).
- [39] A. Google, “Dispositivos Compatibles. ,” 2021. <https://developers.google.com/ar/devices> (accessed Jul. 17, 2022).
- [40] R. S. Pressman, *Software Engineering*, Séptima. McGraw-Hill Education, 2000.
- [41] R. S. Pressman, “ADMINISTRACIÓN DE LA CALIDAD,” in *Software Engineering*, Séptima., McGraw-Hill Education, Ed. McGraw-Hill Education, 2000, pp. 423–426.
- [42] G. Terrera, “Pruebas de Caja Negra y un enfoque práctico,” Feb. 26, 2017. <https://testingbaires.com/pruebas-caja-negra-enfoque-practico/> (accessed Jul. 17, 2022).

- [43] R. Vega Prieto, R. Luis, Y. Ofelia, and J. Morell, "Procedimiento para realizar pruebas de usabilidad Procedure for performing usability test."
- [44] A. Rautela, "The Usability Testing Process (diagram)," Jul. 10, 2018. <https://www.conetrees.com/articles/the-usability-testing-process-diagram/> (accessed Jul. 17, 2022).
- [45] J. Brooke, "SUS: A Retrospective," 2013.

7. ANEXOS

Debido a la extensa información que presentan los anexos, estos se encuentran en un formato digital que se puede revisar en el CD adjunto.

- Anexo 1: Documento de análisis y diseño con iPlus
- Anexo 2: Documento de Scrum
- Anexo 3: Documento de pruebas de rendimiento
- Anexo 4: Documento de pruebas de funcionalidad
- Anexo 5: Documento de evaluación de usabilidad