

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN DE REALIDAD VIRTUAL  
SEMI-INMERSIVA PARA TERAPIA RECREACIONAL**

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

**BENAVIDES CÁRDENAS JUAN SEBASTIAN**

**juan.benavides@epn.edu.ec**

**DIRECTOR: PhD. MARCO SANTÓRUM**

**marco.santorum@epn.edu.ec**

**CO-DIRECTOR: MSc. MAYRA CARRIÓN**

**mayra.carrion@epn.edu.ec**

**Quito, Mayo de 2019**

## DECLARACIÓN

Yo, Juan Sebastian Benavides Cárdenas, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis 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.

---

Benavides Cárdenas Juan Sebastian

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Juan Sebastian Benavides Cárdenas, bajo nuestra supervisión.

---

PhD. Marco Santórum

DIRECTOR DE PROYECTO

---

MSc. Mayra Carrión

CO-DIRECTORA DE PROYECTO

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco principalmente a Dios, por haberme dado la vida, la sabiduría y la fortaleza para poder culminar esta etapa de mi vida. A mis padres Giovanni y Adrianita que siempre confiaron en mí y me dieron su apoyo incondicional. A mi hermana Maite por darme el ánimo para poder seguir adelante.

A mis profesores, que compartieron su conocimiento durante mi vida universitaria, agradeciendo de manera especial a mis tutores, el doctor PhD Marco Santórum y la Magister Mayra Carrión, que me guiaron durante la realización de este proyecto. A mis amigos con los que compartí grandes experiencias y me brindaron el apoyo necesario en momentos de mi vida.

## **DEDICATORIA**

Este Proyecto de Titulación va dedicado a mis padres: Giovanni Benavides y Adriana Cárdenas, como recompensa a todo el esfuerzo realizado para que logre mi triunfo profesional. A mi hermana Maite, para demostrarle que con calma y mente serena podemos obtener el éxito, por más dificultades que encontremos en el camino para alcanzar los sueños.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN.....	II
CERTIFICACIÓN.....	III
AGRADECIMIENTO .....	IV
DEDICATORIA .....	V
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT .....	XIII
CAPÍTULO 1.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.1. Problemática.....	1
1.1.2. Objetivos .....	1
1.1.3. Metodología.....	2
1.1.4. Propuesta y Alcance.....	2
1.2. Marco Teórico.....	3
1.2.1. TIC'S en la Salud.....	3
1.2.2. Realidad Virtual (RV).....	3
1.2.3. Terapia Recreacional y Realidad Virtual.....	4
1.2.4. RV en Terapia Recreacional en Pacientes con Parálisis Física .....	5
CAPÍTULO 2.....	7
2.1. METODOLOGÍA.....	7
2.1.1. SCRUM.....	7
2.1.1.1. Áreas de SCRUM.....	8
2.1.1.2. Artefactos de SCRUM .....	11
2.1.2. Metodología Experimental iPlus .....	13
2.1.2.1. Fases de iPlus .....	13
2.1.2.2. Roles de iPlus.....	15
2.1.3. Integración de iPlus con SCRUM.....	16
2.2. Arquitectura, herramientas y recursos utilizados.....	17
2.2.1. Patrón Modelo Vista Controlador - MVC .....	17
2.2.2. Aplicaciones Nativas.....	18

2.2.3.	Motor de Juego.....	18
2.2.4.	Herramientas y Recursos .....	20
2.3.	Desarrollo del Aplicativo .....	23
2.3.1.	Caso de estudio.....	23
2.3.2.	Fase Inicial de SCRUM (Levantamiento requerimientos iPlus) .....	23
2.3.2.1.	Fase de Identificación de Roles iPlus.....	23
2.3.2.2.	Fase de Definición de Objetivos Pedagógicos iPlus.....	24
2.3.2.3.	Fase de Historias Lúdicas iPlus .....	29
2.3.2.4.	Fase Gameplay iPlus .....	30
2.3.2.5.	Fase de Refinamiento iPlus .....	32
2.3.3.	Fase de planificación y estimación de SCRUM.....	34
2.3.4.	Fase de Implementación y de revisión de SCRUM.....	40
2.3.4.1.	Sprint 0 .....	40
2.3.4.2.	Sprint 1 .....	41
2.3.4.3.	Sprint 2 .....	44
2.3.5.	Fase de lanzamiento de SCRUM.....	49
CAPÍTULO 3.....		51
EVALUACIÓN Y RESULTADOS.....		51
3.1.	Pruebas de funcionalidad.....	51
3.2.	Pruebas de usabilidad.....	56
3.2.2.	Primera fase .....	56
3.2.3.	Segunda fase .....	57
3.2.4.	Tercera fase .....	60
3.2.5.	Cuarta fase.....	63
CAPÍTULO 4.....		67
CONCLUSIONES, PERSPECTIVAS Y RECOMENDACIONES .....		67
4.1.	Conclusiones .....	67
4.2.	Perspectivas.....	68
4.3.	Recomendaciones.....	68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		70
ANEXOS.....		73

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Gafas de Realidad Virtual .....	2
Figura 2: Flujo General SCRUM (obtenido de [24]).....	8
Figura 3. Organización de SCRUM [24].....	10
Figura 4: iPlus Junto a las Áreas de SCRUM.....	16
Figura 5. Integración iPlus con Procesos SCRUM .....	17
Figura 6. Estructura del patrón MVC.....	18
Figura 7. Estructura general de un motor de juegos .....	19
Figura 8. Arquitectura de la aplicación .....	20
Figura 9. Resultado diagrama de afinidad.....	26
Figura 10. Objetivo pedagógico general.....	27
Figura 11. Objetivo pedagógico específico 1 .....	28
Figura 12. Objetivo pedagógico específico 2 .....	28
Figura 13. Objetivo pedagógico específico 3 .....	28
Figura 14. Ejemplo de historia lúdica .....	29
Figura 15. Selección buenas ideas .....	29
Figura 16. Historia general del juego .....	30
Figura 17. Tarjeta relato R01 .....	31
Figura 18. Tarjeta relato R02 .....	31
Figura 19. Roles SCRUM .....	35
Figura 20. Burndown chart Sprint 0.....	41
Figura 21. Burndown chart Sprint 1.....	44
Figura 22. Menú principal y escenario de Playa con Vr activado .....	44
Figura 23. Burndown chart - Sprint 2 .....	47
Figura 24. Botón de ajustes en menú principal .....	48
Figura 25. Escenario París recreacional desplegado en VR .....	48
Figura 26. Pantalla de Menú final .....	48
Figura 27. Escenario Lúdico inicio con asistente de inicio reinterpretado.....	49
Figura 28. Escenario Acuático con VR activado.....	49
Figura 29. Tutor realizando prueba de usabilidad .....	60
Figura 30. Estudiante realizando prueba de usabilidad.....	60
Figura 31. Promedio porcentual por pregunta encuesta CSUQ .....	61
Figura 32. Resultados encuesta 2 parte 1.....	62
Figura 33. Resultados encuesta 2 parte 2.....	62
Figura 34. Resultados pregunta 1 encuesta CSUQ .....	63

Figura 35. Resultados pregunta 19 encuesta CSUQ .....	63
Figura 36. Resultados pregunta 7 encuesta CSUQ .....	64
Figura 37. Resultados pregunta 10 encuesta CSUQ .....	64
Figura 38. Resultados pregunta 5 encuesta de usabilidad enfocada al paciente .....	65
Figura 39. Resultados pregunta 12 encuesta de usabilidad enfocada al paciente .....	65
Figura 40. Resultados pregunta 7 encuesta de usabilidad enfocada al paciente .....	66
Figura 41. Resultados pregunta 8 encuesta de usabilidad enfocada al paciente .....	66

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Procesos Fundamentales de SCRUM [24].....	11
Tabla 2. Herramientas y recursos utilizados .....	22
Tabla 3. Expertos utilizados en iPlus .....	24
Tabla 4. Resultados entrevista iPlus .....	26
Tabla 5. Objetivos pedagógicos específicos .....	27
Tabla 6. Votación género videojuego.....	31
Tabla 7. Términos clave.....	32
Tabla 8. Ideas filtradas.....	32
Tabla 9. Relatos gameplay filtrados .....	33
Tabla 10. Historia de Usuario épica 1 .....	34
Tabla 11. Historia de usuario épica 2.....	34
Tabla 12. Historia de usuario TU01-01 .....	35
Tabla 13. Historia de usuario TU01-02 .....	35
Tabla 14. Historia de usuario TU01-03 .....	36
Tabla 15. Historia de usuario G001-1 .....	36
Tabla 16. Historia de usuario G001-2 .....	36
Tabla 17. Historia de usuario G001-3 .....	37
Tabla 18. Historia de usuario G001-4 .....	37
Tabla 19. Historia de usuario G001-5 .....	37
Tabla 20. Historia de usuario G001-6 .....	38
Tabla 21. Resumen Historias de usuario .....	38
Tabla 22. Product Backlog.....	39
Tabla 23. Release planning .....	39
Tabla 24. Horas trabajadas.....	39
Tabla 25. Sprint backlog – Sprint 0 .....	40
Tabla 26. Revisión criterios de aceptación del Sprint 0.....	40
Tabla 27. Sprint Backlog - Sprint 1.....	42
Tabla 28. Revisión criterios de aceptación del Sprint 1 .....	43
Tabla 29. Sprint Backlog - Sprint 2.....	45
Tabla 30. Revisión criterios de aceptación del Sprint 1 .....	47
Tabla 31. Primera modificación del release planning .....	47
Tabla 32. Retrospectiva del proyecto.....	50
Tabla 33. Casos de Prueba módulo recreacional.....	53

Tabla 34. Casos de prueba módulo lúdico .....	55
Tabla 35. Casos de prueba módulo de carga .....	56
Tabla 36. Tareas en la aplicación para pruebas de usabilidad.....	57
Tabla 37. Encuesta para evaluar la usabilidad.....	58
Tabla 38. Preguntas de usabilidad con enfoque al paciente .....	59

## RESUMEN

El presente trabajo de titulación, presenta una solución de software para brindar terapia recreacional a personas con parálisis física, mediante una aplicación de realidad virtual semi-inmersiva, con el objetivo de apoyar a la Fundación Integral del Niño (FINE). El aplicativo fue desarrollado con enfoques ágiles, como lo son SCRUM y la metodología experimental iPlus.

Este documento se encuentra dividido en cuatro secciones. La sección de introducción, describe de forma concisa la problemática, los objetivos, el alcance planteado, así como la base conceptual que sustenta al presente trabajo.

En la segunda sección se describe el enfoque metodológico a seguir durante el caso de estudio, siendo el marco de trabajo SCRUM combinado con la metodología experimental iPlus, para toma de requerimientos de juegos serios.

En la tercera sección se presenta los resultados obtenidos de la evaluación del aplicativo mediante pruebas de funcionalidad y usabilidad.

Finalmente, la cuarta sección expone las perspectivas, conclusiones y recomendaciones redactadas a partir del análisis de los resultados obtenidos, así como del proceso de realización del proyecto.

**Palabras Clave:** Aplicación móvil, realidad virtual, parálisis física, TIC, enfoque ágil.

## ABSTRACT

The present degree work, presents a software solution to provide recreational therapy to people with physical analysis, through a semi-immersive virtual reality application, with the aim of supporting the Fundación Integral del Niño (FINE). The application was developed with the agile approach, as in the SCRUM and the iPlus experimental methodology.

This document is divided into four sections. The introduction section describes in a concise way the problem, the objectives, the proposed scope, as well as the conceptual basis that sustains the present work.

The second section describes the methodological approach to be followed during the study case, with the SCRUM framework combined with the iPlus experimental methodology for taking serious game requirements.

In the third section, the results obtained from the evaluation of the application are presented through functionality and usability tests.

Finally, the fourth section presents the perspectives, conclusions and recommendations drafted from the analysis of the results obtained, as well as the process of realization of the project.

**Keywords:** Mobile application, virtual reality, recreational therapy, physic paralysis, agile approach

# CAPÍTULO 1

## 1.1. INTRODUCCIÓN

En el Ecuador existen 458,811 personas con discapacidad registradas por el CONADIS [1], las cuales para sus respectivas terapias no siempre gozan los beneficios que ofrecen las tecnologías de la información, que actualmente brindan un alto impacto en las distintas terapias de tipo recreativo u ocupacional [2]. Aunque en el resto del mundo existen herramientas que ayudan a llevar a cabo dichas terapias, estas no se adaptan al dialecto ni entornos geográficos ecuatorianos.

Los profesionales que tratan a personas con discapacidad, requieren una aplicación de realidad virtual semi-inmersiva, que ayude en la terapia recreacional de sus pacientes, especialmente los que padecen parálisis física, donde se muestren lugares calmados con sonido envolvente e interacción de movimiento, sin embargo, la mayoría de profesionales son reacios al uso de la tecnología para efectuar sus respectivas labores, dicho aplicativo debe ser intuitivo y de fácil uso cumpliendo las funciones para las que fueron elaborados.

### 1.1.1. Problemática

La Fundación Integral del Niño (FINE) y la mayoría de centros de atención a personas con discapacidad, no poseen los recursos suficientes para adquirir el licenciamiento de software. Dado al acuerdo de colaboración con la fundación FINE, se reporta la necesidad de desarrollar el aplicativo de realidad virtual para terapia recreacional a personas con parálisis física, que es una organización sin fines de lucro y no poseen los recursos para adquirir dicho aplicativo ajustado a sus necesidades.

Por tal motivo solicitaron el desarrollo de dicho software ya que existen varios estudios mostrados en [2], que avalan el uso de realidad virtual en terapia recreacional con especial enfoque a parálisis física e ictus.

Adicionalmente, se planea que el aplicativo sea escalable en un futuro y pueda ayudar a la terapia recreacional de otros tipos de discapacidades como por ejemplo el autismo o Síndrome de Down.

### 1.1.2. Objetivos

#### Objetivo General

- Desarrollar una aplicación de realidad virtual semi-inmersiva para terapia recreacional mediante un enfoque ágil para personas con parálisis física.

#### Objetivos Específicos

- Aplicar una metodología de desarrollo de software ágil basada en SCRUM y el uso de técnicas ágiles para el levantamiento de requerimientos.
- Desarrollar los ambientes virtuales para la terapia recreacional y habilitar un módulo de carga de nuevos ambientes.
- Evaluar la aplicación mediante pruebas de usabilidad y funcionalidad de software en la fundación FINE.

### **1.1.3. Metodología**

Para el desarrollo de este proyecto, se usará un enfoque ágil como el que brinda SCRUM [3], que gracias a las historias de usuario y la comunicación constante con el cliente pueda responder adecuadamente a los cambios durante el desarrollo del aplicativo.

Por tal motivo el proyecto consta de las siguientes fases:

- a. Fase Inicial
- b. Fase de Planificación y Estimación
- c. Fase de Implementación.
- d. Fase de Revisión y Retrospectiva.
- e. Fase de Lanzamiento

Adicionalmente se aplicará la metodología experimental iPlus; presentada por la MSc. Mayra Carrión en [4]. Que facilita la toma de requerimientos para juegos serios, mediante un enfoque participativo y colaborativo. Por lo que se aplicará como un complemento a SCRUM en la Fase inicial.

### **1.1.4. Propuesta y Alcance**

En el marco del presente trabajo se establece como propuesta la creación de una aplicación de realidad virtual semi-inmersiva de terapia recreacional para personas con parálisis física añadiendo escalabilidad a otros tipos de discapacidad. Se utilizará el sistema operativo Android y el motor gráfico Unity, para su uso en CardBoard VR de Google o gafas virtuales similares a las mostradas en la figura 1.



Figura 1. Gafas de Realidad Virtual

## **1.2. Marco Teórico**

### **1.2.1. TIC'S en la Salud**

Las Tecnologías de la Información – TIC'S son el conglomerado de tecnologías que permiten el acceso, producción, y el tratamiento de información que puede ser presentada de distintas formas por ejemplo: texto, imagen, sonido, etc.[5] Siendo el elemento más representativo de las TIC'S el acelerado ritmo de evolución que alcanzan debido al alto desarrollo tecnológico en hardware y software [6], que cada vez permiten mayor interactividad en conjunto de portabilidad.

Por ello las TIC'S se pueden encaminar a potenciar el sector salud ya sea mediante el uso de sistemas de gestión, que permitan una mayor distribución y acceso a la información sanitaria, así como facilitar las relaciones entre médicos y pacientes [7]. O apoyando los distintos tipos de terapia como se puede apreciar en [2] y en [8] donde se muestran ejemplos de aplicativos que apoyan la terapia física y la neurorrehabilitación respectivamente.

Debido a ello las TIC'S fortalecen el sector salud brindando, una gran variedad de herramientas tecnológicas que se pueden implementar en las distintas áreas del sector salud, pudiendo ser administrativas (Sistemas de Gestión) o de apoyo de terapia, con lo cual se abre un amplio número de posibilidades que permiten mejorar la calidad de vida de los pacientes.

### **1.2.2. Realidad Virtual (RV)**

La Realidad Virtual se da gracias al desplazamiento del mundo físico a uno digital, debido a las tecnologías de la información y de la comunicación. Estas se encuentran fuertemente ligadas a la interacción persona-computador, este último es el componente donde se despliegan los entornos virtuales que interactúan con el ser humano, entendiendo como entorno virtual: las geometrías, parámetros y configuraciones estáticas que modelan un escenario, este depende del tipo de hardware a emplear para obtener los distintos tipos de inmersión [9].

#### **Inmersión y Realidad Virtual**

El término inmersión proviene del cine, que significa introducirse por completo en un mundo artificial. En el contexto de la realidad virtual, tiene un significado similar, con la adición de que al mundo artificial se le añade la interacción directa con los 5 sentidos: gusto, vista, oído, olfato y tacto [10]. Por tal motivo se puede clasificar la realidad virtual según el tipo de inmersión que esta logra, pudiendo ser: no inmersiva, semi-inmersiva, e inmersiva [11].

La realidad virtual no inmersiva, es aquella que proyecta un entorno virtual a través de un monitor, donde la interactividad se lleva a cabo con interfaces familiares para los usuarios como pueden ser el mouse o el teclado [12]. Se puede subclasificar en: MUD (Multi-User Dungeon, Multi-User Dimension y Multi-User Domain) que se basa en un mundo en tiempo real donde los participantes o jugadores interactúan al escribir mandatos, como por ejemplo los foros de rol. Desktop VR, este tipo de realidad virtual no inmersiva se basa en presentar mundos 3D a través de la pantalla del computador siendo el ejemplo más representativo los videojuegos como: WoW (Word of Warcraft) y Second Life. Finalmente, la proyectiva donde se muestran imágenes del mundo virtual a un grupo de participantes [13], el ejemplo más conocido, el cine, al presentar mundos fantásticos [9].

La realidad virtual semi-inmersiva aumenta el nivel de inmersión puesto que utiliza otro tipo de hardware como son las gafas de realidad virtual estereoscópicas que aumenta el nivel de interacción persona-computador [14], esto permite aislar más sentidos del mundo real y enfocarlos dentro del entorno virtual generalmente visión y audición. Esta clase de realidad virtual se ha popularizado en los últimos tiempos debido a la evolución vertiginosa de los teléfonos inteligentes, que actualmente ya soportan esta clase de realidad virtual al poderlos usar con un casco adaptado de realidad virtual. Entre los ejemplos más claros de aplicación de este tipo de tecnología se tiene los videos 360° que se pueden observar en YouTube, las simulaciones interactivas en 3D, y los videojuegos de realidad virtual que usan un mando tipo joystick [10].

Finalmente se encuentra la realidad virtual inmersiva, su investigación empezó en la década de los sesenta, no es hasta la actualidad que se ha podido plasmar en gran parte gracias al avance tecnológico [15]. Se presenta al alcanzar el nivel máximo de inmersión posible para el usuario e ingresa el concepto de “Estar allí”, se logra mediante la interfaz gráfica (acompañado de gráficos hiper realistas), y la acción (interacción) con el contenido, se requiere de un casco de realidad virtual añadiendo guantes especiales [16] o capturadores de movimiento, que brinden la sensación de libertad dentro del entorno virtual. A pesar del desarrollo de la tecnología todavía no se ha integrado correctamente los sentidos del olfato, tacto y gusto [15].

### **1.2.3.Terapia Recreacional y Realidad Virtual**

El objetivo de la terapia recreacional, es lograr que un paciente pueda disfrutar de su tiempo libre con la aplicación de actividades gratificantes y satisfactorias convenientemente elegidas por un terapeuta recreacional. Tradicionalmente se relaciona este tipo de terapia

con el descanso del involucrado, en intercalación entre diferentes tratamientos como pueden ser la terapia ocupacional o la terapia educativa [17].

La terapia recreacional permite optimizar las terapias existentes al lograr un estado de relajación en el individuo, este último, encuentra una mayor motivación y menor ansiedad para la realización de las actividades en las diferentes terapias [2].

Con el precedente de la realidad virtual, la tecnología, permite aislar los sentidos de un individuo dentro de un entorno virtual, y ello favorece la creación de escenarios virtuales que apoyen la terapia recreacional, obteniendo así un mayor nivel de relajación y satisfacción.

#### **1.2.4. Realidad Virtual (RV) en Terapia Recreacional en Pacientes con Parálisis Física**

La parálisis física o discapacidad física motora, se puede presentar de manera permanente o temporal [18], siendo en ambos casos la imposibilidad del individuo que la sufre de moverse con la plena funcionalidad de su sistema motor. La discapacidad física es una de las pocas discapacidades donde en el ochenta por ciento (80%) de sus padecientes ocurren después del nacimiento, debido a un accidente; y el veinte por ciento (20%) restante por problemas durante el embarazo, ya sea por complicaciones durante el parto o fallas genéticas [19]. A continuación, se listarán una pequeña clasificación de los principales tipos de discapacidad física [20]:

- Monoplejía: Siendo la parálisis en una única extremidad pudiendo ser provocada por daños en el nervio que inerva la zona en cuestión.
- Paraplejía: Es la afectación en 2 extremidades, pudiendo ser las inferiores o superiores generalmente provocados por daños en la médula en la zona dorsal.
- Tetraplejía: Es la pérdida total de la capacidad de movimiento que ocurre por lesiones en las vértebras más cercanas al cráneo.
- Hemiplejía: Es la parálisis a la sección opuesta a la dañada por algún tipo de accidente cerebrovascular o ictus.
- Espina bífida: Es una malformación congénita en la que no se cierra el tubo neuronal con la columna vertebral, durante la formación del feto, esta discapacidad provoca dificultad en el movimiento de la persona que la padece.
- Distrofia muscular: Es el tipo de discapacidad física más frecuente y consiste en la presencia de un tono muscular débil que se debilita aún más con el pasar del tiempo.

- Parálisis cerebral: Es una discapacidad crónica, se produce en la etapa de feto o durante la niñez, se padece de graves efectos en la motricidad como dificultades y lentitud de movimientos, rigidez y convulsiones o en casos extremos parálisis completa de la musculatura que opera de forma voluntaria.
- Amputación: Es una discapacidad física provocada por la pérdida de alguna extremidad, por algún tipo de enfermedad o accidente.

Dado que una persona con parálisis física goza de una movilidad limitada, el uso de la terapia recreacional incluyendo realidad virtual, permite que el paciente pueda visualizar escenarios que debido a su condición, muy difícilmente, podrían visitar, y así lograr obtener la relajación y motivación para mejorar su condición. Se ha verificado que un aplicativo de realidad virtual, permite optimizar la rehabilitación de pacientes que sufren de parálisis física, lesiones medulares, ictus (accidente cerebrovascular) entre otros similares, debido a que aumentan las motivaciones de los pacientes para alcanzar el más alto nivel de mejora funcional motora [2].

### **Resumen del capítulo**

En el capítulo 1 “Introducción”, se establece la problemática, objetivos, metodología y marco teórico que impulsan el presente trabajo. A continuación se procederá a exponer a detalle la metodología aplicada junto con su desarrollo en el caso de estudio.

## CAPÍTULO 2

### 2.1. METODOLOGÍA

Cada proyecto debe contar con una metodología que ayude a su gestión, para de cierta manera garantizar el éxito de este, el presente trabajo no será la excepción.

De acuerdo con [21], el desarrollo del aplicativo de realidad virtual requerirá de una metodología ágil por su carácter adaptativo, que ofrezca una comunicación constante con el cliente. Siendo un enfoque acertado en el presente proyecto ya que el dinamismo es indispensable para la satisfacción de los requerimientos planteados y para la elaboración de un producto que responda adecuadamente a las necesidades del usuario final. Cabe mencionar que existen proyectos de realidad aumentada y virtual que han obtenido éxito al aplicar enfoques ágiles en su desarrollo, como SCRUM; que se ve ejemplificado en los trabajos de [22] y [23].

Adicionalmente, se utilizará la metodología experimental iPlus durante la fase inicial de SCRUM, puesto que por sí solo no provee los instrumentos necesarios para el levantamiento de requerimientos. Asegurando así la satisfacción de los stakeholders y con ello el éxito del proyecto.

A continuación, se describen los marcos de trabajo y metodologías utilizadas para un enfoque ágil, junto con la aplicación de sus fases en el caso de estudio del proyecto.

#### 2.1.1.SCRUM

SCRUM es un marco de trabajo ágil que se caracteriza por ser: adaptable, iterativo, flexible, rápido y eficaz, donde su principal enfoque es ofrecer un valor considerable (entregables del proyecto) de manera rápida a lo largo del mismo, así como, una rápida retroalimentación junto con una eficaz gestión de cambios. Para ello SCRUM hace uso de ciclos de trabajo cortos llamados Sprints [24]. La figura 2 muestra una visión general del flujo de SCRUM.

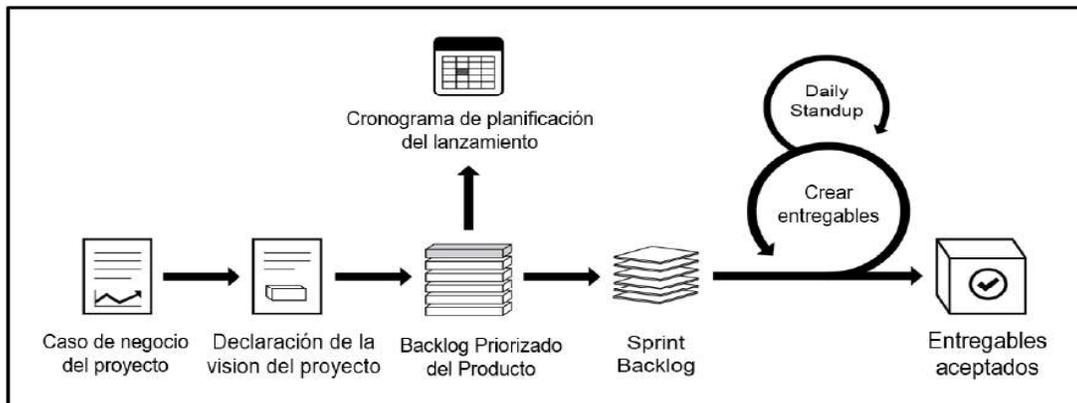


Figura 2: Flujo General SCRUM (obtenido de [24])

### 2.1.1.1. Áreas de SCRUM

Según la guía SBOK, SCRUM se puede dividir en tres áreas que permitan una mejor comprensión del marco de trabajo, son: principios, aspectos y procesos de SCRUM [24].

#### Principios

Los principios de SCRUM son pautas básicas que se deben aplicar de forma obligatoria en todos los proyectos que deseen implementar SCRUM, siendo estos los seis siguientes:

- Control del proceso empírico: Con este principio se establece la filosofía central de SCRUM, estas son: transparencia donde los aspectos significativos son visibles para los responsables. Inspección, permite medir el progreso y los artefactos sin interferir con el trabajo en equipo. Adaptación que ajustan los procesos para minimizar desviaciones durante el proyecto.
- Autoorganización: Este principio se enfoca en el equipo de trabajo, donde este con un gran sentido de compromiso y responsabilidad produce un ambiente innovador y creativo, gracias a la auto gestión.
- Colaboración: Se centra en las tres dimensiones básicas del trabajo colaborativo: conocimiento, articulación y apropiación. Donde se fomenta la creación de valor compartido con los distintos equipos que trabajan e interactúan para ofrecer el mayor valor.
- Priorización basada en valor: Con este principio se da el mayor valor al negocio desde el principio del proyecto hasta el final de este.
- Time-Boxing: Este principio es referente al tiempo y como se lo utiliza durante un proyecto. Los elementos del time Boxing son: el sprint, las Daily Standups, reuniones de planificación de sprint y reuniones de revisión de sprint

- Desarrollo Iterativo: Este principio permite una eficaz gestión de cambios, al definir un desarrollo iterativo que junto con la participación del Product Owner se pueda crear un producto que satisfaga las necesidades del cliente.

## **Aspectos**

SCRUM posee cinco aspectos que deben ser gestionados durante todo proyecto que utilice este marco de trabajo, estos son: organización, justificación del negocio, calidad, cambio y riesgo.

La organización de SCRUM se divide en dos amplias categorías: centrales o indispensables y no centrales u opcionales:

- Product Owner (rol central): Se refiere a la persona responsable de lograr el mayor valor empresarial para el proyecto, representa la voz del cliente durante el desarrollo del mismo.
- SCRUM Master (rol central): Facilita la enseñanza y guía de las prácticas SCRUM a todos los involucrados en el proyecto, y asegurar la correcta implementación de los procesos SCRUM.
- Equipo SCRUM (rol central): En este rol se encuentran todos los miembros del equipo, que son los responsables de entender los requisitos obtenidos por el Product Owner y con ello crear los entregables del proyecto.
- Stakeholder (rol no central): Es un término colectivo que incluye clientes y usuarios, que interactúan con el equipo SCRUM, y tienen influencia durante el desarrollo del proyecto.
- SCRUM Guidance Body (rol no central): Es opcional, puede ser un conjunto de documentos o de expertos que guían el trabajo del SCRUM master, el equipo SCRUM y el Product Owner.
- Vendedores (rol no central): son individuos u organizaciones que ofrecen productos o servicios que no se encuentran dentro de las competencias centrales del equipo SCRUM.

La figura 3 ilustra los roles de una manera más clara.

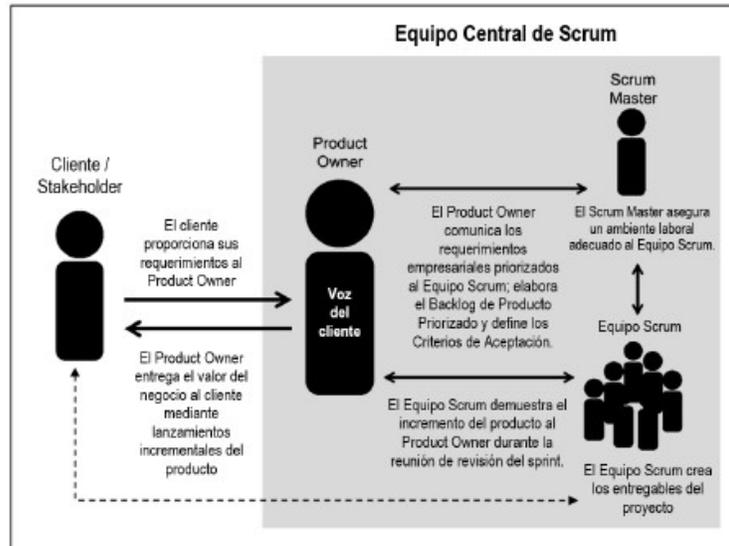


Figura 3. Organización de SCRUM [24]

La justificación del negocio, es un aspecto de SCRUM que permite la entrega de valor al negocio lo más antes posible, y observar los resultados de las iteraciones rápidamente, y brindar a los Stakeholders la oportunidad de reinversión en el proyecto. El Product Owner es el principal responsable, aunque, también se puede tener la contribución del equipo SCRUM.

La calidad es un aspecto de SCRUM, se basa en un enfoque de mejora continua donde el equipo aprende de las experiencias durante cada sprint, permite notar errores con facilidad por iteración, no solamente al final del proyecto. Se puede alcanzar el nivel de calidad esperado. SCRUM al funcionar de manera iterativa e incremental reduce la brecha entre las expectativas de los Stakeholders y el producto final.

El cambio, es un aspecto que aparece al reconocer que un cliente o Stakeholder no puede definir todos sus requerimientos al inicio del proyecto, así como, el cambio de opinión sobre lo requerido durante el proyecto. SCRUM se adapta al cambio en un proyecto mediante el uso de Sprints de corta duración e iterativos, y con ello lograr que el cliente interactúe con los entregables de manera rápida, y con ello evitar los impactos negativos dados por el cambio.

El último aspecto de SCRUM, es el riesgo, que se define como un evento o serie de estos que pueden afectar los objetivos de un proyecto, pudiendo llevarlo al éxito o al fracaso. Los riesgos deben ser gestionados al inicio del proyecto, así como en cada iteración del mismo, los riesgos deben ser identificados, evaluados y atendidos en base a dos factores: la

probabilidad de que estos ocurran y el impacto que podría darse en caso de ocurrir, siendo el riesgo más importante, el que posea una alta probabilidad y valor de impacto.

### Procesos SCRUM

Los procesos de SCRUM son los que abordan todas las actividades que ocurren durante el flujo del proyecto. En total existen diecinueve procesos fundamentales, tabla 1.

Fase	Procesos
Inicial	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Crear la visión del proyecto.</li> <li>2. Identificar al SCRUM master y stakeholders.</li> <li>3. Formar equipo SCRUM.</li> <li>4. Desarrollar épicas (historias de usuario épicas).</li> <li>5. Crear Backlog priorizado del producto.</li> <li>6. Realizar la planificación de lanzamiento.</li> </ol>
Planificación y estimación	<ol style="list-style-type: none"> <li>7. Crear historias de usuario.</li> <li>8. Estimar historias de usuario.</li> <li>9. Comprometer historias de usuario.</li> <li>10. Identificar tareas.</li> <li>11. Estimar tareas.</li> <li>12. Crear el Sprint Backlog.</li> </ol>
Implementación	<ol style="list-style-type: none"> <li>13. Crear entregables.</li> <li>14. Realizar Daily Standup.</li> <li>15. Refinar Backlog priorizado.</li> </ol>
Revisión y retrospectiva	<ol style="list-style-type: none"> <li>16. Demostrar y validar el sprint (sprint review).</li> <li>17. Retrospectiva del sprint.</li> </ol>
Lanzamiento	<ol style="list-style-type: none"> <li>18. Enviar entregables.</li> <li>19. Retrospectiva del proyecto.</li> </ol>

Tabla 1: Procesos Fundamentales de SCRUM [24]

#### 2.1.1.2. Artefactos de SCRUM

Los artefactos de SCRUM son los elementos que se producen como resultado de aplicar SCRUM, siendo los fundamentales el Sprint Backlog, Product Backlog, Burndown Chart, para que estos artefactos funcionen adecuadamente es necesario hacer uso de historias de usuario que son la expresión de los requisitos del proyecto [3].

### Historias de Usuario

Las historias de usuario, son el instrumento utilizado por cualquier método ágil para captar requerimientos de un proyecto, la característica principal de las historias de usuario es estar escritas en un lenguaje de fácil entendimiento y en primera persona. Facilitan el entendimiento de los requerimientos al no estar ligados a documentos formales. Por lo general las historias de usuario suelen seguir el formato “Quién”, “Qué” y “Para Qué” al momento de escribirse [25].

### **Product Backlog**

El Product Backlog es una lista ordenada de todas las historias de usuario para completar el producto [25]. El Product Owner es el responsable de ordenar y priorizar el Product Backlog para así obtener resultados de valor rápidamente [3].

### **Sprint Backlog**

El Sprint Backlog, es una extensión del Product Backlog donde se seleccionan los elementos a trabajar durante un Sprint (iteración de trabajo). Los elementos del Sprint Backlog son los que se reparten a los miembros del equipo SCRUM para así entregar incrementos en el producto [3].

### **Burndown Chart**

El Burndown Chart es la representación gráfica de la terminación de las tareas, donde se contrasta el tiempo planificado versus el tiempo real empleado, lo cual indica la velocidad real del proyecto, así como los incrementos en el mismo. Es necesario que el Burndown Chart sea actualizado día a día [26].

## 2.1.2. Metodología Experimental iPlus

La metodología experimental iPlus, es propuesta por la MSc. Mayra Carrión en [4], permite obtener requerimientos para un juego serio mediante un enfoque colaborativo participativo. Esta metodología resulta útil, puesto que, el proyecto tiene un enfoque serio como es la terapia recreacional, así como un apartado de gamificación y gameplay.

### 2.1.2.1. Fases de iPlus

La metodología iPlus posee 5 fases que son las siguientes:

- a) Fase de Identificación.
- b) Fase de Definición de Objetivos Pedagógicos.
- c) Fase de Historias Lúdicas.
- d) Fase Gameplay.
- e) Fase Refinamiento.

#### a. Fase de Identificación

Esta fase permite identificar a los diferentes expertos que van a ser involucrados en la concepción del juego serio utilizando iPlus y así garantizar una correcta toma de requerimientos. La actividad a ser ejecutada es la siguiente:

- **Actividad 1 - Identificación:** Esta actividad brinda el primer contacto con el product owner o experto de la temática, así como, la identificación y búsqueda de los expertos necesarios en las áreas pedagógicas, psicológicas y de diseño de videojuegos.

#### b. Fase de Definición de Objetivos Pedagógicos

Consiste en encontrar el contexto serio del juego mediante la búsqueda del objetivo pedagógico general y específicos. iPlus hace uso de 5 actividades para esta fase:

- **Actividad 1 - Entrevista al Product Owner:** En esta actividad el Experto en la temática o también llamado Product Owner responde las preguntas planteadas por el facilitador, mientras los demás expertos toman nota de las ideas importantes y necesidades identificadas; ideas denominadas propósitos del juego serio.
- **Actividad 2 - Elaboración de diagrama de Afinidad:** Todos los expertos exponen sus propósitos y con la guía del experto pedagógico y el facilitador se agrupan y se generalizan en propósitos consensuados.

- **Actividad 3 - Definición Objetivo Pedagógico General:** El experto pedagógico guía en la definición del objetivo pedagógico general, con ayuda de los propósitos consensuados.
- **Actividad 4 - Formulación Objetivos Pedagógicos Específicos:** Los diferentes expertos colaboran con la redacción de los objetivos pedagógicos específicos del juego a partir de los roles y funciones identificados para el juego serio a desarrollar.
- **Actividad 5 - Relacionar Propósitos con los Objetivos Pedagógicos Específicos:** Todos los expertos colaboran en la relación de los propósitos no consensuados con los objetivos pedagógicos específicos (OE), es decir se verifican propósitos que brinden valor a los OE.

### c. Fase de Historias Lúdicas

Esta fase busca generar una posible historia para el juego serio, así como elementos de gamificación. iPlus se apoya en 3 actividades:

- **Actividad 1 - Descripción de la Posible Historia:** Esta actividad permite crear una posible historia junto con la gamificación basándose en los propósitos y en los objetivos pedagógicos.
- **Actividad 2 - Selección de Ideas Propuestas:** Una vez que cada experto participante crea su historia, se socializan cada una de ellas y el Product Owner selecciona las ideas adecuadas.
- **Actividad 3 - Creación de la Historia del Juego:** Junto con las ideas seleccionadas de cada historia, el Product Owner crea la historia generalizada.

### d. Fase Gameplay

En esta fase se busca encontrar funcionalidades del juego descritas mediante bloques gameplay o bloques de jugabilidad. Se hace uso de 3 Actividades:

- **Actividad 1 - Desarrollo Ideas Funcionales:** Las ideas funcionales se las consigue con los bloques gameplay y son aportadas por cada experto participante con la guía del diseñador de videojuegos.
- **Actividad 2 - Identificación del Género de Videojuegos:** Una vez creada la historia y obtenidas las ideas funcionales (jugabilidad). El juego serio debe ser catalogado en un género de videojuegos para así filtrar posteriormente las ideas funcionales obtenidas en la actividad anterior.

- **Actividad 3 - Definición de términos Clave del Juego Serio:** En esta actividad cada experto participante escribe de tres a cinco palabras, relacionadas al contexto ya establecido en la asamblea.

#### **e. Fase de Refinamiento**

Esta es la fase final de iPlus en la cual se obtiene los requerimientos escritos en forma de historias de usuario, puede ser empleado por cualquier metodología de desarrollo ágil. Para ello, se hace uso de dos Actividades:

- **Actividad 1 - Refinamiento de Ideas:** En esta actividad se filtran las ideas dadas en la sesión de trabajo, para así facilitar la creación de las historias épicas.
- **Actividad 2 - Definición de Historias Épicas:** Esta es la actividad final de iPlus, se encarga de concretar los requerimientos utilizando el material entregado anteriormente como: las ideas refinadas, la historia y elementos de gamificación encontrados.

#### **2.1.2.2. Expertos/Roles identificados con iPlus**

La metodología experimental permitió la identificación de seis expertos para el presente trabajo que permitirá garantizar el éxito de la toma de requerimientos, entre los cuales están los siguientes:

- Experto de la Temática (Product Owner): Este rol es el encargado de brindar la justificación del proyecto, así como los requerimientos del que partirá el juego serio.
- Experto Pedagógico: El rol del experto pedagógico, es obtener el objetivo pedagógico en el que sustentará el juego serio.
- Psicólogo del área a tratar: El rol del psicólogo es el de apoyar al experto pedagógico para la formulación de los objetivos pedagógicos, y brindar un enfoque distinto al técnico sobre el juego serio.
- Facilitador: Guía todas las actividades a realizarse en la metodología, facilitador es el experto de la metodología.
- Diseñador de Juegos: El diseñador de Juegos es el encargado de explicar los géneros y mecánicas de videojuegos.
- Desarrollador: Es el encargado de desarrollar el proyecto, brinda una visión técnica con sus limitaciones para ajustar los requerimientos.

### 2.1.3. Integración de iPlus con SCRUM

SCRUM, no establece como obtener las historias de usuario y demás información relevante para el desarrollo del proyecto, se consideró necesario, aplicar la metodología iPlus para facilitar la obtención de dicha información y a partir de ellas comenzar el desarrollo del proyecto con SCRUM. Por lo tanto iPlus es un complemento a SCRUM. La figura 4 muestra como iPlus se integra a las tres áreas de SCRUM.

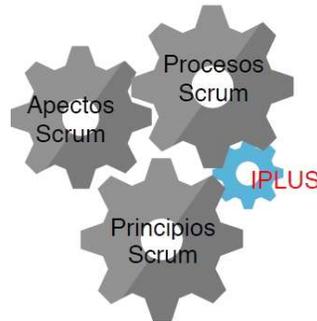


Figura 4: iPlus Junto a las Áreas de SCRUM

Adicionalmente, la figura 5 muestra como iPlus se integra con los procesos de SCRUM, así como, los procesos que iPlus reescribe de SCRUM.

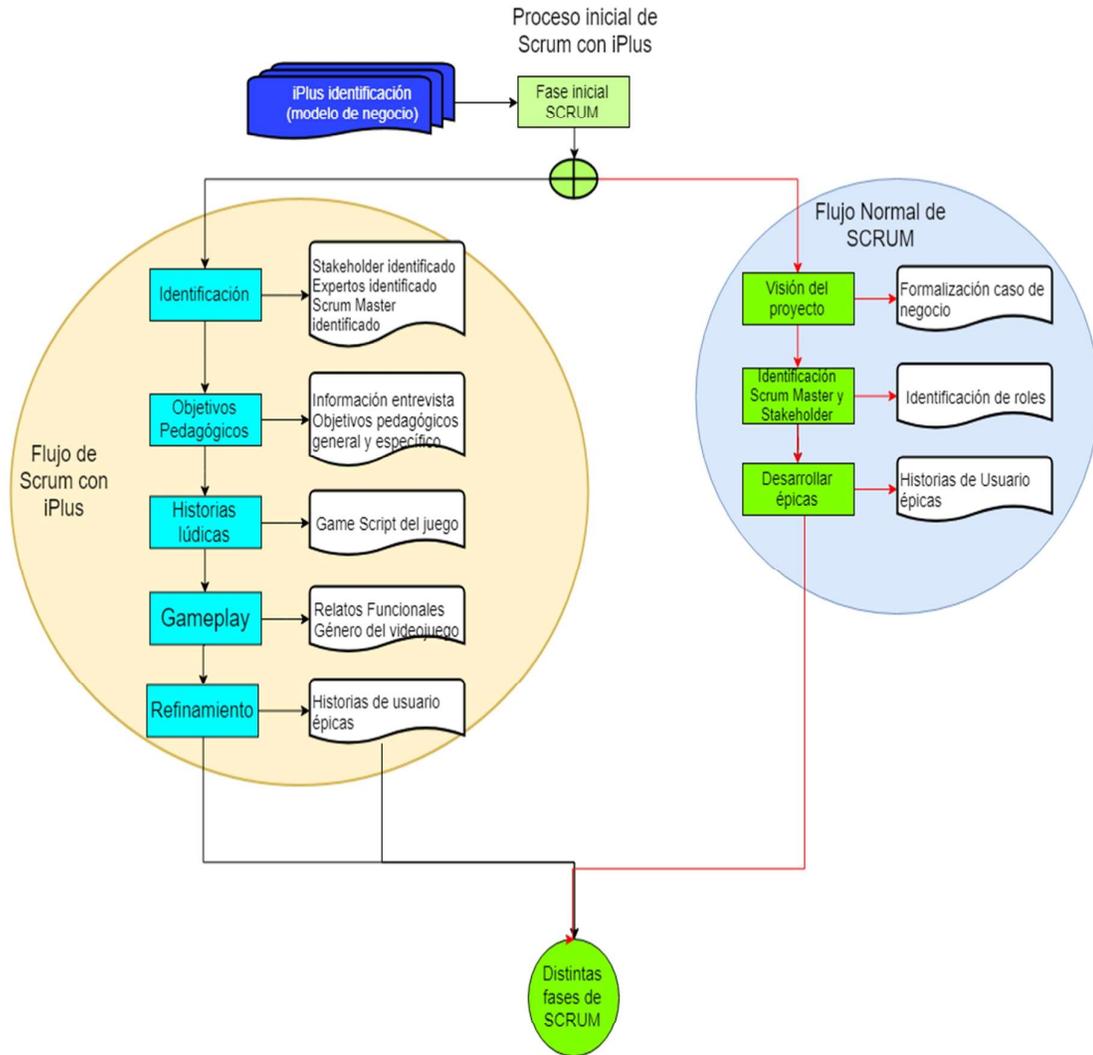


Figura 5. Integración iPlus con Procesos SCRUM

## 2.2. Arquitectura, herramientas y recursos utilizados

En esta sección se establece la arquitectura, herramientas y recursos a utilizar en el desarrollo del proyecto.

### 2.2.1. Patrón Modelo Vista Controlador - MVC

El patrón de diseño escogido para el desarrollo del aplicativo es el MVC ya que permite aislar la lógica de la aplicación, de la forma que ésta se presenta ya sea un entorno 2D o un entorno 3D, facilitando la reutilización de la misma [27]. En la figura 6 se muestra los componentes del patrón MVC.

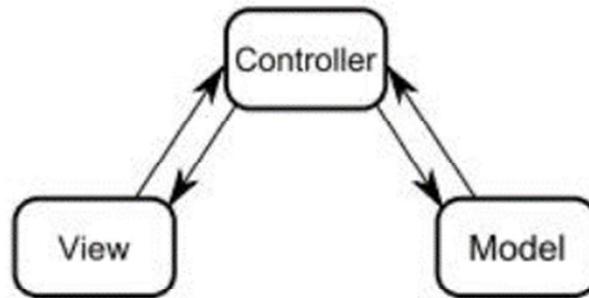


Figura 6. Estructura del patrón MVC

Siendo:

- Vista: Es la interfaz con la que el usuario interactúa y envía ordenes al aplicativo.
- Controlador: Recibe órdenes utilizando, manejadores o callback que traducen las acciones realizadas al dominio del modelo de la aplicación. Las acciones pueden crear nuevas instancias de un objeto determinado, actualizar estados, etc.
- Modelo: El modelo recibe las acciones realizadas por el usuario, pero de manera independiente a la interfaz utilizada. Ya que se usa estructuras del propio dominio del modelo.

### 2.2.2. Aplicaciones Nativas

Una aplicación nativa es aquella que se desarrolla y optimiza para un sistema operativo determinado, en este caso Android. Para así poder usar el cien por ciento de las características de hardware del dispositivo como por ejemplo: la cámara, el GPS, giroscopio, acelerómetro, etc. [28].

### 2.2.3. Motor de Juego

El motor de juego es un framework que reutiliza código para facilitar el desarrollo de videojuegos, como por ejemplo: sistema de renderizado gráfico, sistema de colisiones, sistema de audio y sistema de físicas. Para así enfocar la mayoría del esfuerzo en funcionalidad y arte [27]. La figura 7 muestra de manera clara como se compone un motor de juego.

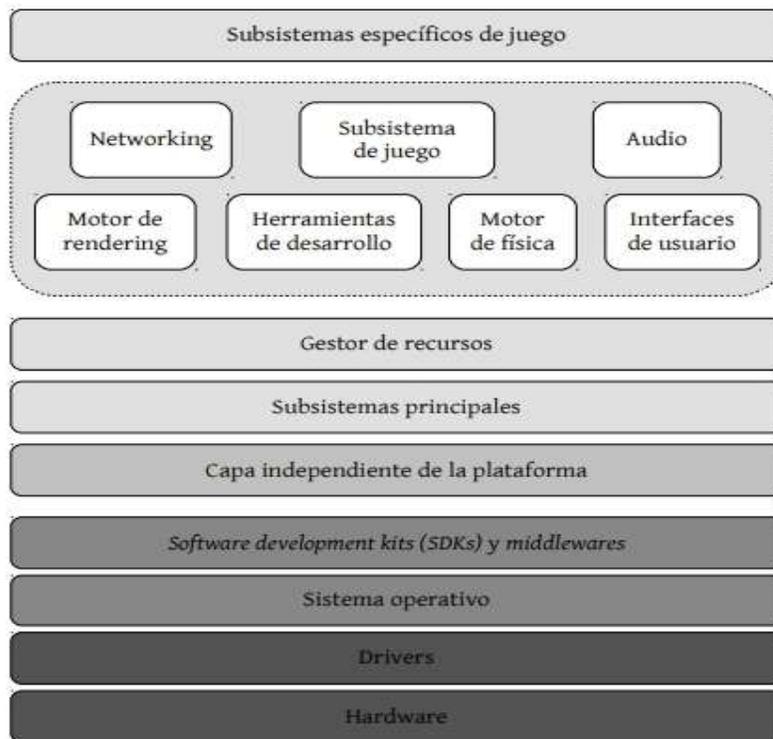


Figura 7. Estructura general de un motor de juegos

Siendo:

- El subsistema específico de juegos: En esta capa se da soporte a todos los elementos específicos de cada juego como por ejemplo la IA de los personajes no controlados por el usuario.
- El Gestor de recursos: Permite mostrar los objetos 3D o los elementos de una escena dentro de una interfaz unificada.
- Subsistemas principales: Brinda utilidades que dan soporte al motor de juegos por ejemplo, el sistema de log in y depuración.
- Capa independiente de la plataforma: Permite aislar componentes de software, dependiendo de la plataforma en la que funcionará el juego y crear código multiplataforma con la posibilidad de crear plugin propios.
- SDK y middleware: Son las bibliotecas que dan soporte al desarrollo del juego.
- Sistema Operativo: Esta capa brinda comunicación entre procesos y recursos hardware.
- Drivers: Contiene todos los componentes de bajo nivel que permiten la correcta gestión de los dispositivos como las tarjetas de sonido o gráficas.

- Hardware: Es la capa vinculada a la plataforma física específica en la que se ejecutará el juego.

### 2.2.4. Arquitectura General de la Aplicación

La figura 8, muestra de forma general la arquitectura de la aplicación de realidad virtual para terapia recreacional, donde se aprecia el modelo vista controlador (MVC) en conjunto con el motor de juego Unity implementado sobre un entorno Android 4.4 o posterior.

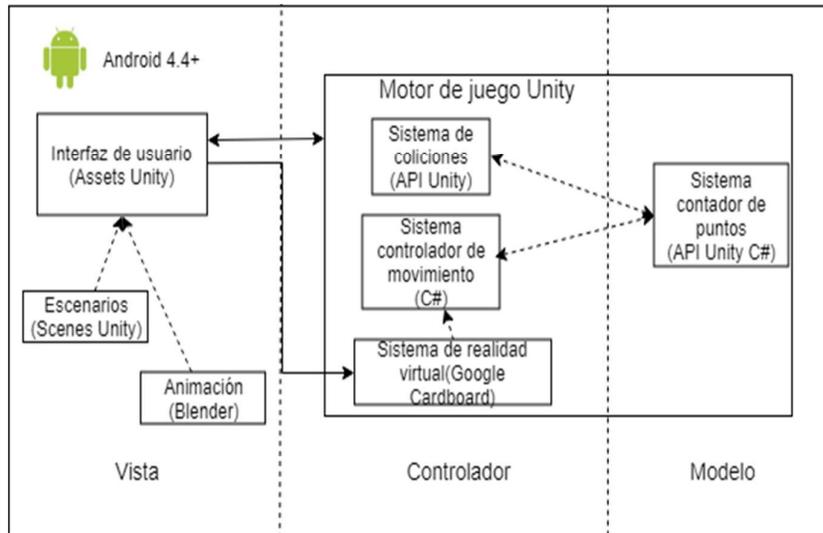


Figura 8. Arquitectura de la aplicación

### 2.2.5. Herramientas y Recursos

La tabla 2 muestra las herramientas y recursos tecnológicos utilizados para el desarrollo del presente proyecto:

Logo	Nombre	Descripción	Tipo
	Unity 3D	Unity es un motor gráfico para creación de videojuegos con soporte a realidad virtual [29].	Programación
	Android Studio	Android Studio es un IDE para desarrollar	Programación

		aplicaciones Android [30].	
	Visual Studio	Visual Studio es un IDE que permite crear Scripts en C# e integrarlos a Unity [31].	Programación
	Blender	Blender es un modelador de objetos 3D de código abierto que permite modelar, animar y renderizar objetos 3D [32].	Diseño
	Inkscape	Inkscape es un editor de gráficos vectoriales que utiliza como formato nativo el Scalable Vector Graphics (SVG) [33].	Diseño
	Free 3d	Free 3d es un repositorio online de objetos 3D en distintos formatos [34].	Diseño
	Audacity	Audacity es un editor y grabador de audio multiplataforma y de código abierto [35].	Diseño

	Material Icon	Material Icon es un repositorio online de iconos para aplicaciones web y móviles [36].	Diseño
	Turbosquid	Turbosquid es un repositorio online de objetos 3D en distintos formatos [37].	Diseño

Tabla 2. Herramientas y recursos utilizados

## **2.3. Desarrollo del Aplicativo**

A continuación, se abordan todas las fases de SCRUM, junto a la metodología experimental iPlus, donde los entregables del caso de estudio evidencian el avance de las metodologías escogidas.

### **2.3.1. Caso de estudio**

Como se describió en capítulos anteriores, el proyecto consiste en desarrollar una aplicación de realidad virtual semi inmersiva para terapia recreacional a personas con parálisis física, con la participación de distintos expertos en temáticas como la pedagogía y la psicología, se recolectará la información necesaria para el producto software a entregar en la fundación FINE.

La aplicación móvil se encuentra dirigida a personas con parálisis física motora, y no deben presentar discapacidad visual severa, como la ceguera, ya que esta discapacidad impediría el uso total de la aplicación. La aplicación provee distintos tipos de escenarios que permiten estimular la inteligencia emocional, para lograr la relajación deseada. Adicionalmente la aplicación brinda un escenario lúdico de exploración, donde el usuario podrá movilizarse libremente y experimentar distintas sensaciones al momento de interactuar con dicho escenario. Este escenario permite que el aplicativo pueda considerarse un videojuego al brindar mayor interactividad.

La aplicación es para uso en pantalla horizontal (landscape) y con el soporte de un visor de realidad virtual, adicionalmente se recomienda usar la aplicación en un dispositivo de 5 pulgadas con una resolución mínima de 720 x 440 pixeles.

### **2.3.2. Fase Inicial de SCRUM (Levantamiento requerimientos iPlus)**

En la fase inicial de SCRUM se ocupó la metodología experimental iPlus, en reemplazo a los procesos originales ya que estos no proveen una forma clara de definición de requerimientos. El detalle completo de los resultados de la aplicación de la metodología experimental iPlus se encuentra en el Anexo 1: Resultados iPlus y Anexo 2: Cuestionario de refinamiento de requerimientos iPlus.

#### **2.3.2.1. Fase de Identificación de Expertos/Roles iPlus**

Como se mencionó en la sección de iPlus, esta metodología experimental requiere definir expertos durante la aplicación de esta. Dichos expertos se presentan en la tabla 3 para este caso de estudio.

Nombre	Rol
Mayra Carrión T.	Facilitador
Yolanda Ortiz	Experto en la temática
Carlos Corrales	Experto pedagógico
Verónica Maldonado	Experto psicológico
José Luis Escobar	Experto Game Designer
Juan Benavides	Experto Desarrollador
Andrés Paredes	Experto Desarrollador
Carlos San Pedro	Experto Desarrollador

Tabla 3. Expertos utilizados en iPlus

### 2.3.2.2. Fase de Definición de Objetivos Pedagógicos iPlus

En esta fase se definen, los objetivos pedagógicos generales y específicos que fundamentan el desarrollo de la aplicación móvil del presente trabajo. A continuación, se presentan los resultados obtenidos por cada actividad de la fase.

- a) **Actividad 1 - Entrevista al Product Owner:** la tabla 4 muestra la entrevista contestada por el experto de la temática.

Entrevista Product Owner
<p>Estimado profesor, nos encontramos reunidos un grupo de expertos que quiere ayudarle en la concepción del juego serio educativo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li> <p><b>¿Quisiéramos que de manera general nos explique qué es lo que usted quiere enseñar con el juego serio o aplicativo educativo?</b></p> <p>“Estamos requiriendo una aplicación donde el usuario pueda usar las gafas virtuales y pueda acceder a lugares donde físicamente no pueda acceder, luego que obtenga la noción de los lugares y las sensaciones que le pueden producir. A qué nos referimos, a que si se observa el mar puede dar una sensación de tranquilidad, aunque no en todos los casos, ya que sabemos por ejemplo que para desensibilizar temas de abuso sexual el uso del agua es clave y muchas veces no es posible usarla físicamente. En nuestro caso, la aplicación ayudaría de gran manera ya que muchos de nuestros estudiantes no pueden acceder a los entornos ya sea por sus padres ancianos, o factores inminentes a los estudiantes. Por lo tanto lo que se</p> </li> </ul>

busca es acceder a lugares que nos puedan dar destrezas sociales, placer, disfrutar un hermoso tiempo libre”.

- **¿Ha visto algo parecido, ya existente, que pueda ayudarnos a visualizar de mejor manera su idea? ¿Puede explicarnos? ¿Cómo hacía uso de esa aplicación o de ese juego?**

“No, pero he aplicado los videos de equilibrio de los 2 hemisferios cerebrales, y cuando lo he proyectado en las salas de la fundación, se obtiene una gran sensación de tranquilidad incluso llegando a superar a una experiencia en el exterior, ya que muchos de los chicos poseen alergias y no pueden llegar a relajarse”.

- **¿Cómo solventaba la necesidad de aprendizaje, sin el uso de una aplicación informática?**

“Anteriormente se llevaba a los chicos a un lugar físico, sin embargo nos hemos metidos en problemas legales, ya que muchas veces los padres olvidan que la vida inclusiva que ellos buscan para sus hijos también conlleva riesgos. Por tal motivo, la aplicación ayudaría a preparar a los estudiantes hacia los nuevos escenarios a especie de simulacro en un ambiente totalmente controlado”.

- **¿Cuál es el público objetivo al cuál va a estar dirigido este juego serio educativo? Especifique las características del público.**

“Personas que quieran experimentar algo diferente ni siquiera personas con discapacidad, siendo universal”.

- **¿En qué dispositivo (móvil, Tablet, PC) le gustaría que se encuentre el juego serio educativo?**

“Pienso que las gafas virtuales son el mejor camino para llegar a esta ducha sensorial y después de la experiencia llegar a compartirla”.

- **¿La aplicación sería utilizada bajo supervisión?**

“Siempre deben estar tutorados durante y después de su uso por un terapeuta (Por ejemplo, pregunta al estudiante que viste, como te sentiste)”.

- **¿Por qué utilizaría una aplicación o juego serio educativo?**

“Porque primero el aplicativo se encuentra diseñado por especialistas y por ende se sabe el trasfondo de las habilidades a desarrollarse y el enfoque cultural propio de nuestro país, con ello tomamos entornos propios de nuestra cultura (No es lo mismo hacer la app en Alaska que hacerla en el Ecuador)”.

- **¿Qué habilidades quisiera que sean estimuladas y/o desarrolladas en los estudiantes con el uso de la aplicación informática?**

“Con la aplicación se desarrollará la atención focalizada ya que no hay más estímulo que el entorno que les presenta y con esta atención se obtendrá conocimiento de nuevo vocabulario, así como nuevo conocimiento de entorno, y con ello obtener la connotación y la denotación de los entornos, evocación a memoria a corto plazo y apelar a la semántica del vocabulario”.

- **¿Qué información es importante guardar en la aplicación de software?**  
“El manejo subjetivo de las emociones (como te sientes, normas de comportamiento) del estudiante”.
- **¿Cuál es el objetivo pedagógico que quiere que cumpla el aplicativo informático?**  
“El principal objetivo del aplicativo es lograr la sensibilización de los nuevos espacios para que ellos puedan introducirse en estos espacios aumentando la calidad educativa”.
- **¿Qué roles deberían existir en el juego?**  
“Quizá Tutor (educador, docente, voluntario, Terapeuta) y estudiante”.
- **De los roles definidos anteriormente qué acciones deben realizar en el juego**  
“**Tutor:** Escoger los escenarios, colocar el dispositivo, controlar el tiempo. Conocer las viñetas de lo que se muestra”.  
“**Estudiante:** Vivir la terapia (disfrutar)”.

Tabla 4. Resultados entrevista iPlus

b) **Actividad 2 – Elaboración de diagrama de afinidad:** La figura 9 muestra los resultados del diagrama de afinidad obtenido de la información de la entrevista.

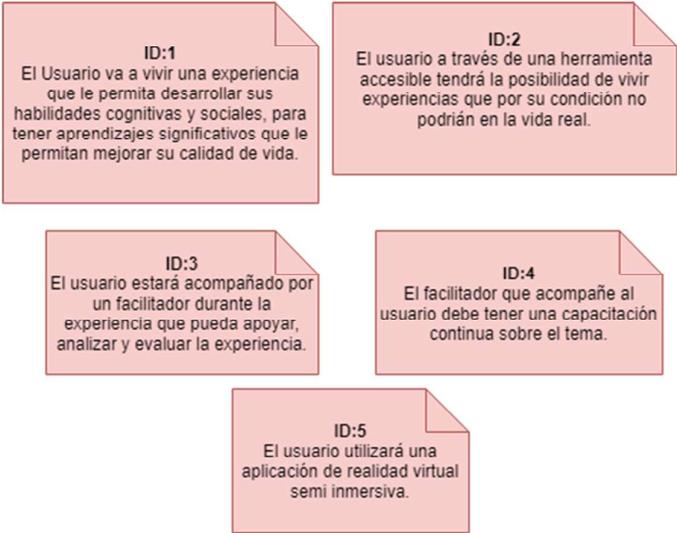


Figura 9. Resultado diagrama de afinidad

- c) **Actividad 3 - Definición Objetivo Pedagógico General:** En esta actividad el experto pedagógico en conjunto con el experto psicológico, redactan el objetivo pedagógico general con ayuda del diagrama de afinidad y los propósitos consensuados. Ver figura 10.

<b>OBJETIVO GENERAL</b>
<p>Desarrollar destrezas cognitivas, racionales y Sociales, mediante el uso de una aplicación De realidad virtual semi inmersiva para fomentar La adquisición de aprendizajes significativos que Mejoren su calidad de vida.</p>
<p><b>Identificación P.R:</b> <b>1,2,3,4,5</b></p>

Figura 10. Objetivo pedagógico general

- d) **Actividad 4 - Formulación Objetivos Pedagógicos Específicos:** Con los resultados de las actividades anteriores se generan los objetivos pedagógicos específicos de la aplicación, se puede apreciar en la tabla 5.

<b>N°</b>	<b>Objetivo pedagógico</b>
1	El tutor seleccionará, el ambiente y configurará los parámetros para la realización de la terapia (Tiempo, Escenario, Sonido, Imagen, Elementos en Escenarios).
2	El tutor evaluará el comportamiento, estado emocional, conducta disruptiva, respuestas negativas o positivas frente a la terapia, para llevar un registro de la evolución del estudiante.
3	El estudiante mediante el uso de una aplicación virtual semi inmersiva, experimentará el acceso a ambientes recreativos que le permitirán producir sensaciones diferentes para equilibrar los 2 hemisferios cerebrales.

Tabla 5. Objetivos pedagógicos específicos

- e) **Actividad 5 - Relacionar Propósitos con los Objetivos Pedagógicos Específicos:** En esta actividad todos los expertos de iPlus encuentran relación de los propósitos no

consensuados con los objetivos pedagógicos específicos. Los resultados se muestran en las figuras 11, 12 y 13.

<b>Objetivo Específico Número: 1</b>		<b>Prioridad:</b> ★ ★ ★
<b>Rol del Experto:</b> Experto Pedagógico		<b>Rol en el juego:</b> Tutor
<b>Título del Objetivo:</b> Apoyar en la realización de la terapia		
<b>Descripción del objetivo:</b> (Yo como rol x del juego requiero funcionalidad para justificación Quién, Qué, Para Qué) El tutor seleccionará el ambiente y configurará los parámetros para la realización de la terapia (Tiempo, Escenario, Sonido, Imagen, Elementos en Escenarios)		
<b>Ideas relacionadas (Post-its naranjas):</b>		
"Ser acompañados en todo momento"	Ambientes Personalizados	Recursos Digitales, tecnología con resultados positivos con accesibilidad Universal

Figura 11. Objetivo pedagógico específico 1

<b>Objetivo Específico Número: 2</b>		<b>Prioridad:</b> ★ ★ ☆
<b>Rol del Experto:</b> Experto Pedagógico		<b>Rol en el juego:</b> Tutor
<b>Título del Objetivo:</b> Evaluar el comportamiento del usuario en la terapia		
<b>Descripción del objetivo:</b> (Yo como rol x del juego requiero funcionalidad para justificación Quién, Qué, Para Qué) El tutor evaluará el comportamiento, estado emocional, conducta disruptiva, respuestas negativas o positivas frente a la terapia para llevar un registro de la evolución del estudiante		
<b>Ideas relacionadas (Post-its naranjas):</b>		
Almacenamiento de datos sobre estados emocionales. Frecuencia de tipos de conducta disruptiva	Facilitador, registra información importante	Reacción Neurológica con una respuesta positiva "Personas que quieren una experiencia única y universal"

Figura 12. Objetivo pedagógico específico 2

<b>Objetivo Específico Número: 3</b>		<b>Prioridad:</b> ★ ★ ★	
<b>Rol del Experto:</b> Experto Pedagógico		<b>Rol en el juego:</b> Estudiante	
<b>Título del Objetivo:</b> Experimentar la terapia			
<b>Descripción del objetivo:</b> (Yo como rol x del juego requiero funcionalidad para justificación Quién, Qué, Para Qué) El estudiante mediante el uso de una aplicación virtual semi inmersiva experimentará el acceso a ambientes recreativos que le permitirán producir sensaciones diferentes para equilibrar los 2 hemisferios cerebrales			
<b>Ideas relacionadas (Post-its naranjas):</b>			
Acceder a lugares físicamente imposibles de acceder y producir sensaciones	Sensibilización a nuevos espacios	Recreación de diferentes espacios	Equilibrio de los 2 hemisferios cerebrales "Experimentar varias sensaciones combinadas"
Se despliega a través de gafas virtuales	Experiencias diferentes en ambientes cambiantes	Sensaciones diferentes en el individuo	

Figura 13. Objetivo pedagógico específico 3

### 2.3.2.3. Fase de Historias Lúdicas iPlus

Esta fase consta de 3 actividades, donde se obtuvieron los siguientes resultados:

- a) **Actividad 1- Descripción de la Posible Historia:** En esta actividad se redactan las historias por parte de cada uno de los roles, se generan ideas para la redacción de la historia general. La figura 14 muestra un ejemplo de historia creada en la sesión de trabajo

Nombre:	Rol: Desarrollador
<b>Historia:</b> El avatar del juego iniciará la aventura lanzándose de un avión con un paracaídas en el aire (que sería el escenario), se presentarán una serie de obstáculos (aviones) en los cuales se encontrarán ciertos objetos como: monedas con imágenes, las cuales al ser recolectadas por el jugador le permitirán seguir en el aire caso contrario descenderá y al pisar el suelo el juego habrá terminado y habrá perdido si al caer no se recolectaron las monedas necesarias.	
<b>Personajes:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Avatar personalizado.</li><li>- Aves que quitan puntos.</li></ul>	
<b>¿Cómo se Gana el Juego?</b> El juego se gana colectando un cierto número de monedas, las cuales proveerá al avatar de armamento para seguir a la siguiente fase.	
<b>Mecanismos de ludificación:</b> <b>Tablas de Puntuaciones:</b> En el juego se presentará una tabla con el porcentaje que necesita el jugador para seguir a la siguiente fase. <b>Asistente Inicio:</b> El asistente de inicio le proporcionará información al jugador de cómo o qué caminos tomar durante el juego <b>Insignias:</b>  <b>Desafíos y Misiones:</b>  <b>Puntos:</b> Al recoger las monedas estas, dependiendo de la ponderación que se le dé en el juego, se convertirán en puntos que permite al jugador <b>Niveles:</b> El juego tendrá diferentes niveles al pasar de una fase a otra	

Figura 14. Ejemplo de historia lúdica

- b) **Selección de Ideas Propuestas:** Esta actividad participativa permite seleccionar las buenas ideas de todas las historias. Ver figura 15.

<p><b>P04_Selección_ideas_Positivas_Negativas_Historia_VideoJuego</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Selección Avatar.</li><li>➤ Acceder a los diferentes mundos a través de un salón central.</li><li>➤ Interactuar con objetos de cada ambiente y escuchar los sonidos que estos producen.</li><li>➤ Asistente de inicio que te ayuda a transportarte por cada mundo.</li><li>➤ Utilizar un tutor para guiarles y saber que debe hacer.</li><li>➤ Utilizar un prólogo para indicar al usuario como debe actuar.</li><li>➤ Identificarse como un explorador con un objetivo específico.</li><li>➤ Visitar París.</li><li>➤ Ambientes diferentes.</li><li>➤ Acompañante/Mascota.</li><li>➤ Insignias al final del ambiente.</li><li>➤ Escenario en el aire.</li><li>➤ Personaje principal "El explorador".</li></ul>
---

Figura 15. Selección buenas ideas

- c) **Creación de la Historia del Juego:** Junto con las ideas seleccionadas se crea la historia general del juego que se muestra en la figura 16.

Historia consensuada	Rol: General
<b>Historia:</b> Un explorador que visita diferentes espacios, recolectando objetos básicos acompañado de una mascota y al terminar la visita recibe una insignia.	
<b>Personajes:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Explorador.</li> <li>- Acompañante.</li> </ul>	
<b>¿Cómo se Gana el Juego?</b> Viviendo la inmersión.	
<b>Mecanismos de Ludificación:</b> <b>Tablas de Puntuaciones:</b>  <b>Asistente Inicio:</b> Aparece cuando se lo invoque vestido de acuerdo al ambiente.  <b>Insignias:</b>  <b>Desafíos y Misiones:</b> Responder preguntas.  <b>Puntos:</b>  <b>Niveles:</b> División en 2 niveles de dificultad <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nivel recreativo. Francia, playa, montaña, Luna.</li> <li>- Nivel Normal. Pistas, retos, volar, espacio, etc.</li> </ul>	

Figura 16. Historia general del juego

#### 2.3.2.4. Fase Gameplay iPlus

En esta fase se obtienen las funcionalidades referentes a jugabilidad siendo los resultados de las actividades las siguientes

- a) **Actividad 1- Desarrollo ideas Funcionales:** Se desarrollan las ideas funcionales mediante los bloques de gameplay, obteniendo como resultado tarjetas de relato como se muestran en la figura 17 y 18.

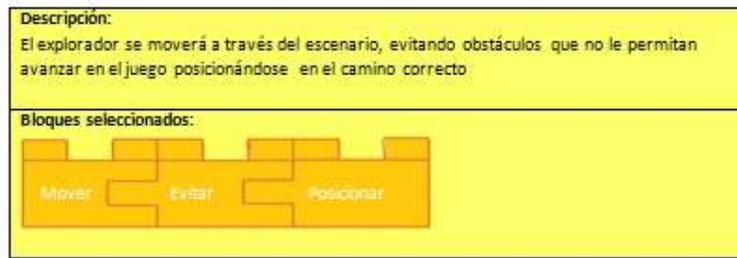


Figura 17. Tarjeta relato R01



Figura 18. Tarjeta relato R02

- b) **Actividad 2 - Identificación del Género de Video Juego:** La tabla 6 muestra la votación realizada en la sesión de trabajo, que terminó en empate, el Game designer decidió para este proyecto tome los 2 géneros teniendo como principal al de Simulación.

Género	Votos
Simulación	3
Aventura	3

Tabla 6. Votación género videojuego

- c) **Actividad 3 - Definición de Términos Claves del Juego Serio:** La tabla 7 muestra los resultados obtenidos de esta actividad.

N°	Palabra clave
1	World
2	Recreativo
3	Lúdico
4	Simulación
5	Actividades
6	Aventura
7	Mundo
8	Exploración

9	Mundo fantástico
10	Recolectar
11	Mundo lúdico
12	Mundo Apasionante

Tabla 7. Términos clave

### 2.3.2.5. Fase de Refinamiento iPlus

- a) **Actividad 1 - Refinamiento de Ideas:** En esta actividad se filtran las ideas dadas en la sesión de trabajo, para así facilitar la creación de las historias épicas. Las tablas 8 y 9 muestran los resultados obtenidos.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
H1 01	“Ser acompañados en todo momento”.
H1 02	Ambientes Personalizados.
H3 01	Acceder a lugares físicamente imposibles de acceder y producir sensaciones.
H3 03	Recreación de diferentes espacios.
H3 04	Equilibrio de los 2 hemisferios cerebrales “Experimentar varias sensaciones combinadas”.
H3 05	Se despliega a través de gafas virtuales.

Tabla 8. Ideas filtradas

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
RI 03	El explorador podrá jugar con su mascota con algún objeto.
RI 04	El jugador se movería por el entorno y al seleccionar cierto objeto reaccionará de una manera diferente.
RI 09	El explorador se moverá a través del escenario, evitando obstáculos que no le permitan avanzar en el juego posicionándose en el camino correcto.

RI 10	El explorador se moverá por el mundo y recorrerá diferentes objetos valiosos, de acuerdo al mundo con el cual tendrá suerte y su mascota siempre estará con él.
RI 11	El explorador se moverá por el escenario y recolectará objetos por ejemplo una mochila y en esa mochila van a aparecer objetos relacionados con el escenario, por ejemplo: En un escenario “playa” se recolecta una mochila y en la mochila puede haber unas gafas u otros objetos.
RI 14	El jugador podrá moverse libremente por el escenario recogiendo los objetos del ambiente, evitando recoger cosas no requeridas, cuando coja el objeto requerido ganará puntos.
RI 16	El explorador se moverá en el ambiente y recolectará objetos que le guiarán al salón central para cambiar de ambiente.
RI 17	El explorador, podrá moverse por el mundo, recolectar objetos.
RI 20	El jugador podrá evitar ciertos objetos que interrumpan su paso.
RI 21	El explorador se moverá evitando cosas que no le agraden en el mundo.

Tabla 9. Relatos gameplay filtrados

- b) **Actividad 2 - Definición de Historias Épicas:** Las tablas 10 y 11 muestran las historias de usuario épicas obtenidas después de aplicar todos los filtros a las ideas y relatos gameplay.

<b>Historias de Usuario épica</b>	
<b>Identificador:</b> T001	<b>Rol:</b> TUTOR
<b>Título Historia:</b> Apoyar en la realización de la terapia	
<b>Prioridad:</b> A (Alto)	
<b>Descripción:</b> El tutor seleccionará el ambiente y configurará los parámetros para la realización de la terapia (Tiempo, Escenario, Sonido, Imagen, Elementos en Escenarios).	
<b>Conversación:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El tutor deberá acompañar durante todo el tiempo que dure la terapia.</li> <li>- El tutor escogerá el ambiente para uso del estudiante/paciente.</li> </ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>- El tutor seleccionará el tipo de dificultad (recreativo o normal) para el estudiante/paciente.</li> </ul>
--

Tabla 10. Historia de Usuario épica 1

<b>Historias de Usuario épica</b>	
<b>Identificador:</b> G001	<b>Rol:</b> ESTUDIANTE
<b>Título Historia:</b> Experimentar la Terapia	
<b>Prioridad:</b> A (Alto)	
<b>Descripción:</b> El estudiante mediante el uso de una aplicación virtual semi inmersiva experimentará, el acceso a ambientes recreativos que le permitirán producir sensaciones diferentes para equilibrar los 2 hemisferios cerebrales.	
<b>Conversación:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El estudiante tendrá una interacción inmersiva a lugares los cuales sean imposibles de acceder para el cómo: bajo el agua, París, playas.</li> <li>- El aplicativo debe desplegarse en gafas virtuales.</li> <li>- El estudiante podrá interactuar con una mascota acompañante dentro del ambiente.</li> <li>- El jugador podrá interactuar con distintos objetos dentro del escenario.</li> <li>- El jugador en el nivel normal tendrá acceso a un cuarto central en cual cambiar de ambientes por sí mismo.</li> <li>- El jugador en el nivel normal podrá interactuar objetos llamativos de cada escenario.</li> </ul>	

Tabla 11. Historia de usuario épica 2

### 2.3.3. Fase de planificación y estimación de SCRUM

En la fase inicial se obtuvieron las historias de usuario épicas gracias a la aplicación de la metodología experimental iPlus. Se puede proseguir con los procesos restantes de SCRUM.

#### Definición de roles SCRUM

Dado que en iPlus se definieron los expertos/roles que no intervienen en el desarrollo hay que traducirlos a roles de SCRUM obteniendo los roles mostrados en la figura 19.

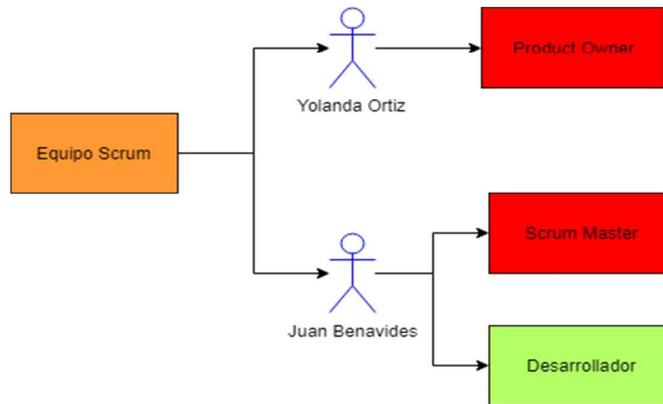


Figura 19. Roles SCRUM

### Creación de historias de usuario

Dado que las historias de usuario épica contienen información muy extensa, estas deben ser divididas en partes más pequeñas, por tal motivo se dividieron en 10 partes, siendo las mostradas en las tablas de la 12 a la 20.

<b>Historia de Usuario</b>		TU01-01
<b>Título:</b> Desarrollar el menú de la interfaz principal de la aplicación.		
<b>Descripción:</b> Yo, como tutor, deseo acceder a las distintas utilidades de la aplicación.		
<b>Prioridad:</b> Alta		<b>Estimación:</b> 2 días
<b>Criterios de Aceptación:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Botón de Terapia recreacional.</li> <li>2. Botón de Jugar.</li> <li>3. Botón de escenario recreacional - Playa.</li> <li>4. Botón de escenario recreacional - París.</li> <li>5. Botón de escenario recreacional - Acuático.</li> </ol>		

Tabla 12. Historia de usuario TU01-01

<b>Historia de Usuario</b>		TU01-02
<b>Título:</b> Desarrollar módulo de carga.		
<b>Descripción:</b> Yo, como tutor, deseo cargar nuevos escenarios.		
<b>Prioridad:</b> baja		<b>Estimación:</b> 5 días
<b>Criterios de Aceptación:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Botón en menú para iniciar carga de escenario.</li> <li>2. Apertura del explorador de archivos.</li> <li>3. Instalación del nuevo paquete.</li> </ol>		

Tabla 13. Historia de usuario TU01-02

<b>Historia de Usuario</b>		TU01-03
<b>Título:</b> Desarrollar el menú de ajustes para modo de uso de la aplicación.		
<b>Descripción:</b> Yo, como tutor, deseo seleccionar el modo de uso adecuado para la aplicación siendo acostado o sentado.		
<b>Prioridad:</b> media	<b>Estimación:</b> 2 días	
<b>Criterios de Aceptación:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Botón de Ajustes.</li> <li>2. Botón de modo sentado.</li> <li>3. Botón de modo acostado.</li> </ol>		

Tabla 14. Historia de usuario TU01-03

<b>Historia de Usuario</b>		G001-1
<b>Título:</b> Desarrollar escenario Playa recreacional		
<b>Descripción:</b> Yo, como jugador, deseo obtener relajación en un ambiente similar a la playa		
<b>Prioridad:</b> Alta	<b>Estimación:</b> 8 días	
<b>Criterios de Aceptación:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sonido 3D de ambientación.</li> <li>2. Elementos 3D pertenecientes a un escenario de playa.</li> <li>3. Despliegue en realidad virtual (Movimientos de cabeza).</li> <li>4. Carga visual baja.</li> </ol>		

Tabla 15. Historia de usuario G001-1

<b>Historia de Usuario</b>		G001-2
<b>Título:</b> Desarrollar escenario París recreacional.		
<b>Descripción:</b> Yo, como jugador, deseo obtener relajación en un ambiente similar a París		
<b>Prioridad:</b> Alta	<b>Estimación:</b> 8 días	
<b>Criterios de Aceptación:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sonido 3D de ambientación.</li> <li>2. Elementos 3D pertenecientes a un escenario de París.</li> <li>3. Despliegue en realidad virtual (Movimientos de cabeza).</li> <li>4. Carga Visual Media.</li> </ol>		

Tabla 16. Historia de usuario G001-2

<b>Historia de Usuario</b>		G001-3
<b>Título:</b> Desarrollar escenario Acuático recreacional.		
<b>Descripción:</b> Yo, como jugador, deseo obtener relajación en un ambiente similar a un ambiente submarino.		

<b>Prioridad:</b> alta	<b>Estimación:</b> 10 días
<b>Criterios de Aceptación:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sonido 3D de ambientación.</li> <li>2. Elementos 3D pertenecientes a un escenario acuático.</li> <li>3. Despliegue en realidad virtual (Movimientos de cabeza).</li> <li>4. Carga visual alta.</li> <li>5. Efectos visuales submarinos.</li> <li>6. Elementos 3D con movimiento.</li> </ol>	

Tabla 17. Historia de usuario G001-3

<b>Historia de Usuario</b>		G001-4
<b>Título:</b> Desarrollar escenario lúdico.		
<b>Descripción:</b> Yo, como jugador, deseo obtener relajación en un ambiente lúdico de exploración.		
<b>Prioridad:</b> media	<b>Estimación:</b> 10 días	
<b>Criterios de Aceptación:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Habitación nexa entre escenarios.</li> <li>2. Visita del bosque.</li> <li>3. Visita de la playa.</li> <li>4. Visita de París.</li> <li>5. Visita de escenario submarino.</li> <li>6. Escenarios continuos.</li> <li>7. Sonidos 3D de ambiente.</li> <li>8. Sonidos de interacción con objetos.</li> <li>9. Sistema de conteo de puntos transparente al usuario.</li> <li>10. Despliegue en realidad virtual.</li> </ol>		

Tabla 18. Historia de usuario G001-4

<b>Historia de Usuario</b>		G001-5
<b>Título:</b> Implementar control de movimiento.		
<b>Descripción:</b> Yo, como jugador, deseo movimiento libre en el escenario lúdico mediante un control.		
<b>Prioridad:</b> media	<b>Estimación:</b> 5 días	
<b>Criterios de Aceptación:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conexión de control bluetooth.</li> <li>2. Movimiento hacia adelante.</li> <li>3. Movimiento hacia atrás.</li> <li>4. Movimiento lateral.</li> <li>5. Movimiento sincronizado con el giroscopio del teléfono inteligente usado como casco de realidad virtual.</li> </ol>		

Tabla 19. Historia de usuario G001-5

<b>Historia de Usuario</b>		G001-6
<b>Título:</b> Desarrollar asistente de inicio.		
<b>Descripción:</b> Yo, como jugador, deseo un asistente que muestre información importante en la sección lúdica.		
<b>Prioridad:</b> baja	<b>Estimación:</b> 5 días	
<b>Criterios de Aceptación:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Indicar pistas de que hacer en el modo lúdico.</li> <li>2. Mascota 3D que muestra las pistas.</li> </ol>		

Tabla 20. Historia de usuario G001-6

### Estimación de historias

La tabla 21, muestra un resumen claro de las historias de usuario con su prioridad y duración, así como, la épica de la cual provienen.

Resumen de historias de usuario				
Épica	Código	Historia de usuario	Prioridad	Duración (días)
<b>T001</b>	<b>TU01-01</b>	Desarrollar el menú de la interfaz principal de la aplicación.	Alta	2
	<b>TU01-02</b>	Desarrollar módulo de carga.	Baja	5
	<b>TU01-03</b>	Desarrollar el menú de ajustes para tipo de uso de la aplicación.	Media	2
<b>G001</b>	<b>G001-1</b>	Desarrollar escenario Playa recreacional.	Alta	8
	<b>G001-2</b>	Desarrollar escenario París recreacional.	Alta	8
	<b>G001-3</b>	Desarrollar escenario Acuático recreacional.	Alta	10
	<b>G001-4</b>	Desarrollar escenario lúdico.	Media	10
	<b>G001-5</b>	Implementar control de movimiento.	Media	5
	<b>G001-6</b>	Desarrollar asistente de inicio.	Baja	5

Tabla 21. Resumen Historias de usuario

### Product Backlog

Con las historias de usuario épicas descompuestas, es necesario ordenarlas dentro del product backlog tal como se muestra en la tabla 22. Para así crear posteriormente el release planning.

<b>Product Backlog</b>			
<b>Código</b>	<b>Historia de usuario</b>	<b>Prioridad</b>	<b>Duración (días)</b>
<b>TU01-01</b>	Desarrollar el menú de la interfaz principal de la aplicación.	Alta	2
<b>G001-1</b>	Desarrollar escenario Playa recreacional.	Alta	8
<b>G001-2</b>	Desarrollar escenario París recreacional.	Alta	8
<b>G001-3</b>	Desarrollar escenario Acuático recreacional.	Alta	10
<b>TU01-03</b>	Desarrollar el menú de ajustes para tipo de uso de la aplicación.	Media	2
<b>G001-4</b>	Desarrollar escenario lúdico.	Media	10
<b>G001-5</b>	Implementar control de movimiento.	Media	5
<b>G001-6</b>	Desarrollar asistente de inicio.	Baja	5
<b>TU01-02</b>	Desarrollar módulo de carga.	Baja	5

Tabla 22. Product Backlog

### Release Planning

Con el product backlog definido y priorizado se procede a establecer el release planning, donde, se definen el número de sprints e historias comprometidas, que serán desarrolladas a lo largo del proyecto. Como se muestra en la tabla 23.

<b>Sprint 1</b>	<b>Sprint 2</b>	<b>Sprint 3</b>	<b>Sprint 4</b>	<b>Sprint 5</b>	<b>Sprint 6</b>
TU01-1	G001-2	G001-3	G001-4	G001-5	TU01-02
G001-1	TU01-03			G001-6	

Tabla 23. Release planning

Detalles del release planning

- Iteración: 2 semanas.
- Días laborables por semana: 5 días.

El detalle de horas trabajadas se presenta en la tabla 24.

<b>Integrante</b>	<b>Horas diarias (lunes, martes, miércoles, jueves y viernes)</b>
Juan Benavides	6
TOTAL	6 * 5 = 30
HORAS POR ITERACIÓN	30 * 2 = 60

Tabla 24. Horas trabajadas

## 2.3.4. Fase de Implementación y de revisión de SCRUM

En esta sección, se desarrollan las fases de implementación y la de revisión con el artefacto SCRUM conocido como sprint, funcionando de manera iterativa. Aunque en el release planning se muestran los sprints del 1 al 6, realmente se empezó con el sprint 0 que no cumple historias de usuario sino más bien sirvió de periodo de definición del entorno de trabajo, con duración de una semana.

### 2.3.4.1. Sprint 0

#### Objetivo del Sprint

Preparar el entorno de trabajo.

#### Sprint Backlog

La tabla 25 muestra las tareas que se ejecutaron durante este sprint.

N°	Tarea
1	Instalar Unity.
2	Instalar Blender.
3	Instalar Audacity.
4	Descargar paquete Vr de Carboard.
5	Instalar Android Studio.
6	Instalar Visual Studio.
7	Instalar Inkscape.

Tabla 25. Sprint backlog – Sprint 0

#### Sprint review

El sprint 0 consistió en la preparación del entorno de trabajo, cuyas tareas fueron realizadas satisfactoriamente en el plazo estimado. La tabla 26 muestra como las tareas fueron cumplidas.

N°	Tarea	Criterio de aceptación	Cumplimiento
1	Instalar Unity	Unity instalado	Si
2	Instalar Blender	Blender instalado	Si
3	Instalar Audacity	Audacity instalado	Si
4	Descargar paquete Vr de Carboard	Paquete Vr descargado	Si
5	Instalar Android Studio	Android Studio instalado	Si
6	Instalar Visual Studio	Visual Studio instalado	Si
7	Instalar Inkscape	Inkscape instalado	Si

Tabla 26. Revisión criterios de aceptación del Sprint 0

#### Spring Retrospective

Todos los programas mencionados se instalaron en un sistema operativo Windows, en una máquina core i5 de tercera generación y memoria RAM de 12 GB. A continuación, se

observa en la figura 20 el burndown chart que muestra el avance del trabajo durante el sprint.

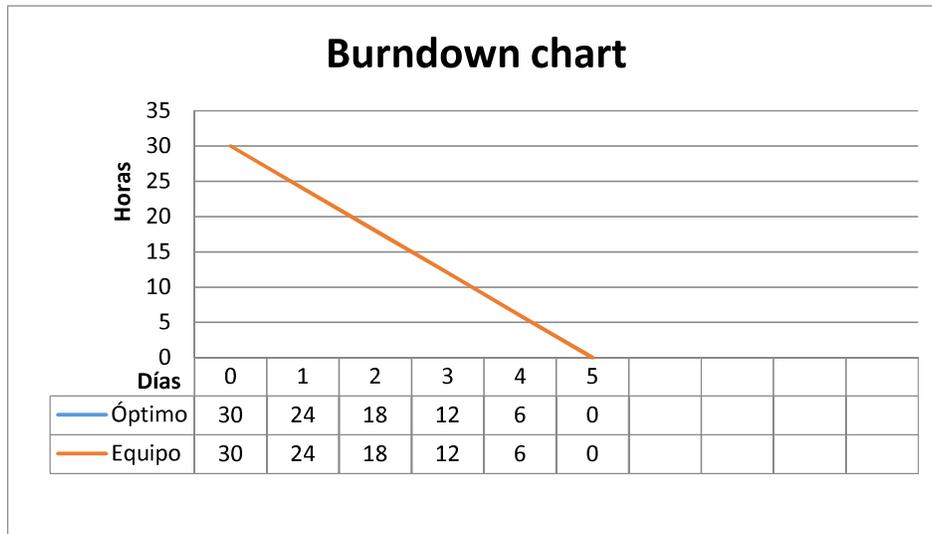


Figura 20. Burndown chart Sprint 0

### 2.3.4.2. Sprint 1

#### Objetivo del Sprint

Crear menú de navegación y crear el escenario recreacional de playa.

#### Sprint Backlog

La tabla 27 muestra las actividades e historias de usuario que se ejecutaron durante este sprint.

Código	Historia de Usuario	Criterios de aceptación	Actividades
TU01-1	Desarrollar el menú de la interfaz principal de la aplicación.	Botón de Terapia recreacional.	➤ Programar botón de terapia recreacional en menú.
		Botón de Jugar.	➤ Programar botón jugar en menú.
		Botón de escenario recreacional - Playa.	➤ Programar botón de escenario Playa en menú.
		Botón de escenario recreacional - Acuático.	➤ Programar botón de escenario Acuático en menú.

		Botón de escenario recreacional - París	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Programar botón de escenario París en menú.</li> </ul>
G001-1	Desarrollar escenario Playa recreacional.	Sonido 3D de ambientación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Buscar sonido de ambientación.</li> <li>➤ Introducir sonido de ambientación con efecto 3D.</li> </ul>
		Elementos 3D pertenecientes a un escenario de playa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Buscar elementos 3D.</li> <li>➤ Crear elementos 3D.</li> <li>➤ Reducir polígonos elementos 3D.</li> <li>➤ Colocar elementos 3D dentro del escenario creado.</li> </ul>
		Despliegue en realidad virtual (Movimientos de cabeza).	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Acoplar complemento de realidad virtual al entrar al escenario.</li> <li>➤ Desactivar complemento de realidad virtual al salir del escenario.</li> <li>➤ Pruebas de movimiento con giroscopio del teléfono inteligente.</li> </ul>
		Carga visual baja.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Aprobación de carga visual baja en fundación FINE.</li> </ul>

Tabla 27. Sprint Backlog - Sprint 1

### Sprint review

El sprint 1 consistió en la presentación del menú principal y del escenario recreacional de playa, desplegado con realidad virtual. Se pudo completar adecuadamente este Sprint aunque con dificultades, no se poseían los conocimientos suficientes para el modelado y optimización de polígonos en la herramienta blender. La tabla 28 muestra los criterios de aceptación que se cumplieron en esta iteración.

Código	Historia de Usuario	Criterios de aceptación	Completado
TU01-1	Desarrollar el menú de la interfaz principal de la aplicación.	Botón de Terapia recreacional.	Si
		Botón de Jugar.	Si
		Botón de escenario recreacional - Playa.	Si

		Botón de escenario recreacional – Acuático.	Si
		Botón de escenario recreacional – París.	Si
G001-1	Desarrollar escenario Playa recreacional.	Sonido 3D de ambientación.	Si
		Elementos 3D pertenecientes a un escenario de playa.	Si
		Despliegue en realidad virtual (Movimientos de cabeza).	Si
		Carga visual baja.	Si

Tabla 28. Revisión criterios de aceptación del Sprint 1

### **Sprint Retrospective**

El implementar las pantallas de menú principal y sus distintos botones no representó ningún problema. La creación del escenario recreacional de playa requirió de más investigación debido a que no se poseía la habilidad suficiente en el modelado y optimización de objetos 3D, esto justifica el retraso a partir del tercer día de sprint. En la figura 21 se muestra el avance del equipo durante el sprint 1

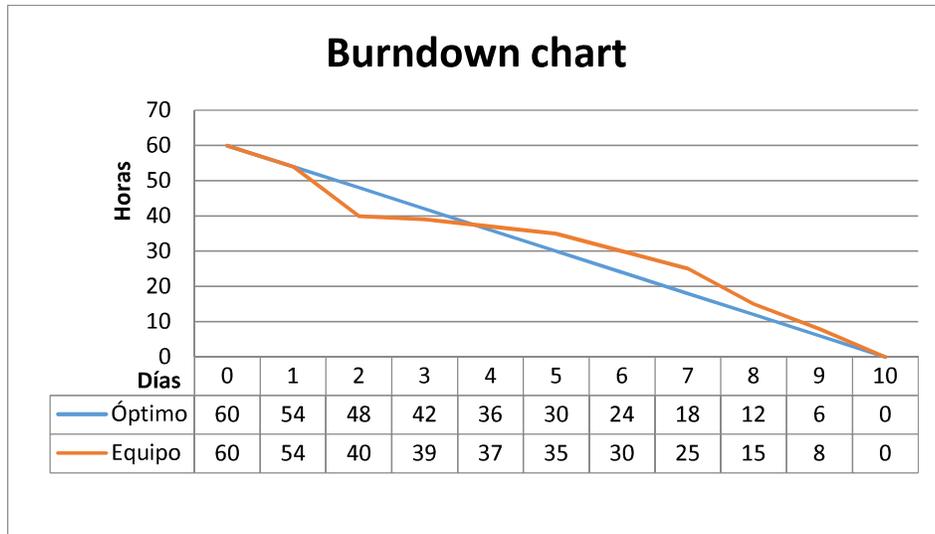


Figura 21. Burndown chart Sprint 1

Se completaron los criterios de aceptación deseados, se mantiene el mismo release planning que se muestra en la tabla 23.

A continuación, la figura 22 presenta el avance obtenido durante el sprint



Figura 22. Menú principal y escenario de Playa con Vr activado

### 2.3.4.3. Sprint 2

#### Objetivo del Sprint

Crear botón de ajustes y crear el escenario recreacional de París.

#### Sprint Backlog

La tabla 29, muestra las actividades e historias de usuario que se ejecutaron durante este sprint.

Código	Historia de Usuario	Criterios de aceptación	Actividades
TU01-03	Desarrollar el menú de ajustes para tipo de uso de la aplicación.	Botón de Ajustes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Programar botón de ajustes en menú.</li> <li>➤ Programar submenú de ajustes.</li> </ul>
		Botón de modo sentado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Programar funcionalidad de giro cámara para funcionalidad sentado para los escenarios recreacionales.</li> </ul>
		Botón de modo acostado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Programar botón de modo acostado.</li> <li>➤ Programar ajuste de cámara acostado para los escenarios recreacionales.</li> </ul>
G001-2	Desarrollar escenario París recreacional.	Sonido 3D de ambientación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Buscar sonido de ambientación.</li> <li>➤ Introducir sonido de ambientación con efecto 3D.</li> </ul>
		Elementos 3D pertenecientes a un escenario de París.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Buscar elementos 3D.</li> <li>➤ Crear elementos 3D.</li> <li>➤ Reducir polígonos elementos 3D.</li> <li>➤ Colocar elementos 3D dentro del escenario creado.</li> </ul>
		Despliegue en realidad virtual (Movimientos de cabeza).	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Acoplar complemento de realidad virtual al entrar al escenario.</li> <li>➤ Desactivar complemento de realidad virtual al salir del escenario.</li> <li>➤ Pruebas de movimiento con giroscopio del teléfono inteligente.</li> </ul>
		Carga visual Media.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Aprobación de carga visual media en fundación FINE.</li> </ul>

Tabla 29. Sprint Backlog - Sprint 2

## Sprint review

El sprint 2, consistió en la presentación del botón ajuste con su submenú y del escenario recreacional de París desplegado con realidad virtual. Las tareas se completaron adecuadamente en este Sprint gracias a los conocimientos adquiridos en la iteración anterior. Al realizar las pruebas en FINE el product owner solicito aumentar un botón que elimine el sonido en la pantalla de ajustes, lo que modificaría la historia TU01-03 y el release planning. La tabla 30 muestra los criterios de aceptación que se cumplieron en esta iteración.

Código	Historia de Usuario	Criterios de aceptación	Completado
TU01-03	Desarrollar el menú de ajustes para tipo de uso de la aplicación.	Botón de Ajustes.	Si
		Botón de modo sentado.	Si
		Botón de modo acostado.	Si
G001-2	Desarrollar escenario París recreacional.	Sonido 3D de ambientación.	Si
		Elementos 3D pertenecientes a un escenario de París	Si
		Despliegue en realidad virtual (Movimientos de cabeza).	Si

		Carga visual Media.	Si
--	--	---------------------	----

Tabla 30. Revisión criterios de aceptación del Sprint 1

### Sprint Retrospective

El aprendizaje obtenido en el sprint anterior facilitó la implementación del escenario recreacional de París, así como, el submenú de ajustes por lo que se aceleró el proceso de desarrollo, como se muestra en la figura 23.

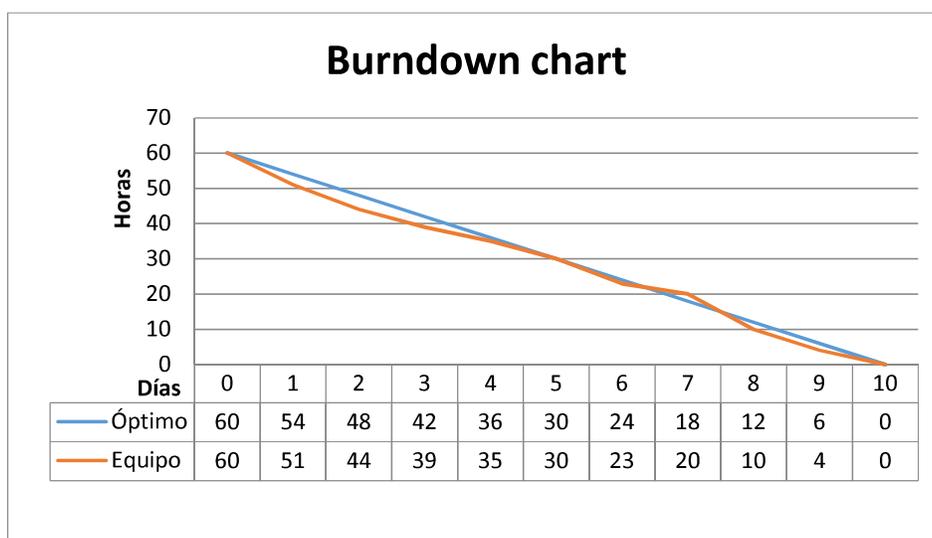


Figura 23. Burndown chart - Sprint 2

En el sprint review, se solicitó añadir la funcionalidad de eliminar el sonido de los escenarios recreacionales, por lo que, se modificó el release planning tal y como se muestra en la tabla 31.

Sprint 1	Sprint 2	Sprint 3	Sprint 4	Sprint 5	Sprint 6
TU01-1	G001-2	TU01-03	G001-4	G001-5	TU01-02
G001-1	TU01-03	G001-3		G001-6	

Tabla 31. Primera modificación del release planning

A continuación, las figuras 24 y 25 muestran el avance obtenido durante el sprint 2



Figura 24. Botón de ajustes en menú principal

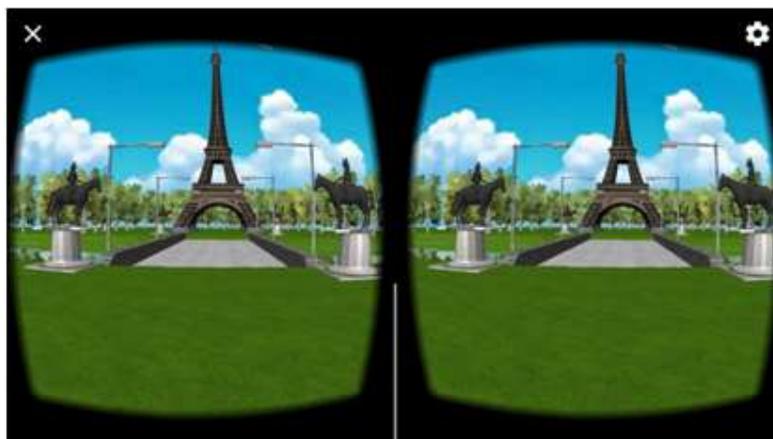


Figura 25. Escenario París recreacional desplegado en VR

El detalle completo del desarrollo de los sprints se lo puede encontrar en el Anexo 3: Desarrollo de Sprints.

Una vez terminados los Sprints, se cuenta con un aplicativo capaz de satisfacer las necesidades del product owner. Las figuras 26, 27, 28 muestran secciones de la evolución del aplicativo de realidad virtual.



Figura 26. Pantalla de Menú final



Figura 27. Escenario lúdico inicio con asistente de inicio reinterpretado



Figura 28. Escenario Acuático con VR activado

### 2.3.5. Fase de lanzamiento de SCRUM

La fase de lanzamiento, incluye la revisión de las lecciones aprendidas durante el proyecto y la adjudicación al cliente de los entregables aceptados.

#### Envío de entregables

En este proceso se enviaron los entregables a la fundación FINE. Como el archivo instalable del proyecto (APK) y el manual de usuario (Anexo 4: Manual de Usuario).

#### Retrospectiva del proyecto.

En la tabla 32 se muestra la retrospectiva del proyecto

Pregunta	Respuestas
¿Qué salió bien?	➤ El experto en la temática (Product Owner) tenía una idea bastante clara de lo que deseaba en la aplicación.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La toma de requerimientos iniciales se realizó correctamente y que evito tener cambios muy abruptos en el proyecto.</li> </ul>
¿Qué salió mal?	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Subestimación en el hardware para desarrollo que provocó extensos tiempos de compilación, dificultando la corrección de los errores encontrados.</li> <li>➤ Reuniones con el experto en la temática eran terminadas antes de tiempo por compromisos de los involucrados.</li> <li>➤ El equipo SCRUM se encontraba muy lejano al sitio de pruebas.</li> </ul>
¿Qué obstáculos se presentaron?	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ SCRUM Team sin conocimiento sobre modelado y optimización de objetos 3D.</li> <li>➤ SCRUM team sin conocimiento sobre animación de objetos 3D.</li> <li>➤ Dificultades al integrar un control bluetooth al modo lúdico del aplicativo.</li> <li>➤ Dificultades al integrar plugin para crear el módulo de carga.</li> <li>➤ No fue posible mantener la periodicidad de los sprint reviews tal como se especificó en la planificación.</li> </ul>
Lecciones Aprendidas	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Llevar una mejor investigación sobre el hardware suficiente para desarrollo de aplicaciones con elementos 3D.</li> <li>➤ Mantener la metodología iPlus para desarrollos similares.</li> </ul>

Tabla 32. Retrospectiva del proyecto

### Resumen del capítulo

En el capítulo 2 “Metodología” se presenta: el marco metodológico, arquitectura, herramientas y recursos empleados durante el desarrollo del proyecto. Además de los sprints y distintos entregables que demuestran la correcta aplicación de las metodologías escogidas. Finalizada esta sección, se procederá a evaluar y analizar los resultados obtenidos en el capítulo 3 “Evaluación y revisión”.

## CAPÍTULO 3

### EVALUACIÓN Y RESULTADOS

#### 3.1. Pruebas de funcionalidad

Si bien los criterios de aceptación muestran el correcto desarrollo de una tarea dentro de un sprint, es necesario definir un criterio de aprobación que valide la funcionalidad implementada. Para ello, se definieron casos de prueba que permitan observar si se cumple o no los requerimientos utilizando el formato propuesto en [38], que consta de entradas y salidas esperadas vs. salidas obtenidas.

A continuación, se especifican los casos de prueba empleados en cada módulo. Cabe mencionar que el cumplimiento se lo reviso con el product owner en la fundación FINE.

##### 3.1.1. Módulo de terapia recreacional

Para el módulo de terapia recreacional se han definido diez casos de prueba, la tabla 33 muestra los resultados obtenidos, así como, el cumplimiento de las distintas funcionalidades.

Código	Descripción del caso	Salidas		Cumplimiento
		Esperada	Obtenida	
CPTR01	Verificar la interfaz de terapia recreacional.	Se muestra la interfaz de terapia recreacional.	Se muestra la interfaz de terapia recreacional.	Si
CPTR02	Verificar que el botón “escenario playa”, inicie el escenario playa.	Se muestra el escenario playa con realidad virtual.	Se muestra el escenario playa con realidad virtual.	Si
CPTR03	Verificar que el botón “escenario París”, inicie el escenario París	Se muestra el escenario París con realidad virtual.	Se muestra el escenario París con realidad virtual.	Si
CPTR04	Verificar que el botón “escenario Acuático”, inicie el escenario Acuático	Se muestra el escenario Acuático con realidad virtual.	Se muestra el escenario Acuático con realidad virtual.	Si

CPTR05	Verificar que el botón de “acostado”, cambie el ángulo de funcionamiento de la cámara en todos los escenarios recreacionales.	Se muestra la cámara de los escenarios recreacionales con rotación de 90 grados.	Se muestra la cámara de los escenarios recreacionales con rotación de 90 grados.	Si
CPTR06	Verificar que el botón “sentado”, cambie el ángulo de funcionamiento de la cámara en todos los escenarios recreacionales.	Se muestra la cámara de los escenarios recreacionales con rotación de 0 grados.	Se muestra la cámara de los escenarios recreacionales con rotación de 0 grados.	Si
CPTR07	Verificar que el botón “sonido”, habilite el sonido en los escenarios recreacionales.	Escenarios recreacionales con sonido.	Escenarios recreacionales con sonido.	Si
CPTR08	Verificar que el botón “sonido”, deshabilite el sonido en los escenarios recreacionales.	Escenarios recreacionales sin sonido.	Escenarios recreacionales sin sonido.	Si
CPTR09	Verificar que el botón “movimiento”, habilite movimiento automático en los escenarios recreacionales.	Movimiento sobre rieles en escenarios recreacionales.	Movimiento sobre rieles en escenarios recreacionales.	No
CPTR10	Verificar que los movimientos con el casco de realidad virtual corresponden	Movimiento libre con el giroscopio en campo de visión.	Movimiento libre con el giroscopio en campo de visión.	Si

	a los movimientos dentro del escenario.			
--	---	--	--	--

Tabla 33. Casos de Prueba módulo recreacional

### Observaciones

El caso de prueba CPTR09 presentó fallas durante la prueba de funcionalidad, por lo que se procedió a realizar las correcciones pertinentes, hasta cumplir con el objetivo de las pruebas.

### 3.1.2. Módulo lúdico

Para el módulo lúdico se han definido diez casos de prueba, la tabla 34 muestra los resultados obtenidos, así como, el cumplimiento de las distintas funcionalidades.

Código	Descripción del caso	Resultados		Cumplimiento
		Esperado	Obtenido	
CPL01	Verificar que el botón “Jugar” inicie el módulo lúdico	Se muestra el escenario lúdico	Se muestra el escenario lúdico	Si
CPL02	Verificar que el movimiento del control se encuentre sincronizado con el giroscopio del teléfono inteligente	Movimiento libre brinda sensación de naturalidad	Movimiento libre brinda sensación de naturalidad	Si
CPL03	Verificar que existe un asistente de ayuda	Despliegue de letreros con instrucciones dentro del escenario lúdico	Despliegue de letreros con instrucciones dentro del escenario lúdico	Si
CPL04	Verificar que existe sonido en las colisiones	Al chocar con un objeto 3D se escucha un sonido indicando una colisión	Al chocar con un objeto 3D se escucha un sonido indicando una colisión	No

CPL05	Verificar que el sonido cambie de acuerdo con el entorno en el que el jugador se encuentre	El sonido de ambientación cambia conforme se entra a un escenario distinto	El sonido de ambientación cambia conforme se entra a un escenario distinto	Si
CPL06	Verificar que se interactúa con los objetos claves de cada escenario.	Al colisionar con un objeto clave este despliega un sonido característico del mismo.	Al colisionar con un objeto clave este despliega un sonido característico del mismo.	No
CPL07	Verificar el sistema transparente de puntos.	Al interactuar con todos los elementos clave de un escenario se abrirá una puerta que muestra un escenario nuevo como recompensa.	Al interactuar con todos los elementos clave de un escenario se abrirá una puerta que muestra un escenario nuevo como recompensa.	Si
CPL08	Verificar que los efectos de la cámara se activen.	Sensación de escenario acuático al sumergirse en la sección de exploración submarina.	Sensación de escenario acuático al sumergirse en la sección de exploración submarina.	Si
CPL09	Verificar sistema de escalado de pendientes.	Movimiento libre sobre el objeto 3D faro	Movimiento libre sobre el objeto 3D faro	Si

		en la sección playa.	en la sección playa.	
CPL10	Verificar que los movimientos con el casco de realidad virtual corresponden a los movimientos dentro del escenario.	Movimiento libre con el giroscopio en campo de visión.	Movimiento libre con el giroscopio en campo de visión.	Si

Tabla 34. Casos de prueba módulo lúdico

### Observaciones

Los casos de prueba CPL04 y CPL06 presentaron fallas durante la prueba de funcionalidad, por lo que se procedió a realizar las correcciones pertinentes, hasta cumplir con el objetivo de las pruebas.

### 3.1.3. Módulo de carga

Para el módulo de carga se han definido cinco casos de prueba, la tabla 35 muestra los resultados obtenidos, así como, el cumplimiento de las distintas funcionalidades.

Código	Descripción del caso	Resultados		Cumplimiento
		Esperado	Obtenido	
CPC01	Verificar que el botón “cargar escenario” inicie el módulo de carga.	Se muestra la interfaz del módulo.	Se muestra la interfaz del módulo.	Si
CPC02	Verificar que el módulo de carga solicite la instalación de un explorador de archivos, al no tener uno instalado en el teléfono.	Se muestra mensaje que envía a la play store para descargar el explorador de archivos recomendado.	Se muestra mensaje que envía a la play store para descargar el explorador de archivos recomendado.	Si
CPC03	Verificar que se puede seleccionar el nuevo escenario.	Se muestra el paquete a instalar en el	Se muestra el paquete a instalar en el	Si

		explorador de archivos.	explorador de archivos.	
CPC04	Verificar que se soliciten los permisos necesarios para instalación.	Se muestra mensaje solicitando permisos de instalación.	Se muestra mensaje solicitando permisos de instalación.	Si
CPC05	Verificar que se añadieron los nuevos escenarios.	Se muestran nuevos escenarios para interactuar.	Se muestran nuevos escenarios para interactuar.	Si

Tabla 35. Casos de prueba módulo de carga

### 3.2. Pruebas de usabilidad

Para la evaluación de usabilidad, se ha definido un protocolo experimental dividido en cuatro fases. La primera fase involucra definir el número de personas que serán parte del experimento para evaluar la usabilidad del sistema, así como el lugar indicado para realizar las pruebas. La segunda fase se enfoca en el experimento a llevar a cabo para la evaluación de usabilidad del sistema. La tercera fase presenta los resultados en cuanto a la usabilidad del producto. Finalmente, la cuarta fase comprende la discusión de los resultados obtenidos de las pruebas de usabilidad, luego del uso de la aplicación informática.

#### 3.2.2. Primera fase

Para la presente fase se define el total de diez usuarios, donde cinco de ellos ocuparán el rol de tutor y los 5 restantes jugarán el rol de paciente o usuario de terapia recreacional. Ya que según Nielsen en [39], cinco participantes son suficientes para encontrar el 85% de los problemas de usabilidad en el caso de perfiles homogéneos, siendo este el caso con los usuarios de discapacidad física y con tutores de terapia recreacional cuyo perfil es similar.

Dadas las características de uso del aplicativo móvil es necesario preparar el entorno donde va a ser probado, siendo en este caso un cuarto de *snoezelen* proporcionado por la fundación FINE.

### 3.2.3. Segunda fase

En esta fase se presenta el protocolo experimental para realizar la evaluación del aplicativo móvil. Las actividades llevadas a cabo se presentan a continuación:

- Presentación del funcionamiento de la aplicación: permite introducir a los participantes al protocolo experimental de usabilidad, así también se realiza la familiarización con el aplicativo [40]. Dura aproximadamente 10 minutos.
- Experimento: permite definir las tareas específicas que van a ser evaluadas dentro de la aplicación, siendo estas realizadas por el tutor en su mayoría y por el paciente en un grado menor. Dura aproximadamente 20 minutos.

Para el protocolo experimental se han definido las siguientes tareas, mostradas en la Tabla 36.

<b>Tareas Iniciales Tutor</b>	
<b>Tarea</b>	<b>Descripción</b>
Seleccionar el modo de uso acostado de la aplicación. -Tarea Atómica- Iniciar un escenario recreacional.	Seleccionar en el menú ajustes la opción de uso acostado e iniciar cualquier escenario.
Seleccionar el modo lúdico de la aplicación.	Seleccionar el botón jugar del aplicativo.
Seleccionar el escenario Acuático.	Escoger un escenario recreacional de alta carga visual y sonora.
Seleccionar el escenario París.	Escoger un escenario recreacional de mediana carga visual y sonora.
Seleccionar el escenario Playa.	Escoger un escenario recreacional de baja carga visual y sonora.
<b>Tareas de Terapia Recreacional del Paciente con parálisis</b>	
Observar el escenario 3D mediante giros leves del cabeza asistido por el tutor, de ser requerido.	Observar los distintos elementos virtuales dentro del escenario virtual.
<b>Tareas de Escenario Lúdico Tutor parte 2</b>	
Iniciar escenario lúdico.	Comenzar la carga del escenario lúdico.
Utilizar el mando de realidad virtual para movilizarse libremente en el entorno virtual.	Explorar el mundo y familiarizarse con los controles y el visor.
Completar cualquier tarea del mundo lúdico.	Lograr abrir una de las puertas a los escenarios ocultos (París o Exploración Submarina).

Tabla 36. Tareas en la aplicación para pruebas de usabilidad

- Respuesta a encuestas: permite que los participantes, al finalizar cada una de las tareas de validación, procedan finalmente a llenar la encuesta de usabilidad. Esta tarea tiene una duración de aproximadamente 20 minutos (10 por cada encuesta).

Dado la características del aplicativo se optaron por crear dos tipos de encuestas, una por IBM en [41], conocida como Computer System Usability Questionnaire (CSUQ). Dicha encuesta consta de 19 preguntas y cada una de ellas es valorada en una escala de 1 a 7, donde 1 significa estar totalmente en desacuerdo y 7 estar totalmente de acuerdo. La encuesta de la tabla 37 se la evaluó solamente con los tutores luego de realizadas las tareas. La Tabla 37 presenta las preguntas de la encuesta:

N°	Preguntas	Escala						
		1	2	3	4	5	6	7
1	En general, estoy satisfecho con lo fácil que es usar este sistema.							
2	Es simple usar este sistema.							
3	Puedo efectivamente completar mi trabajo usando este sistema.							
4	Soy capaz de completar mi trabajo rápidamente usando este sistema.							
5	Soy capaz de completar mi trabajo eficientemente usando este sistema.							
6	Me siento cómodo usando este sistema.							
7	Fue fácil aprender a usar este sistema.							
8	Creo que podría ser productivo rápidamente usando este sistema.							
9	El sistema mostró mensajes de error que me indicaron claramente cómo solucionar problemas.							
10	Cada vez que cometía un error al utilizar el sistema, podía recuperarme fácil y rápidamente.							
11	La información (como ayuda en línea, mensajes en pantalla y otra documentación) proporcionada con este sistema era clara.							
12	Fue fácil encontrar la información que necesitaba.							
13	La información proporcionada para el sistema fue fácil de entender.							
14	La información fue efectiva para ayudarme a completar las tareas y los escenarios.							
15	La organización de la información en las pantallas del sistema fue clara.							
16	La interfaz de este sistema fue muy agradable.							
17	Me gustó usar la interfaz de este sistema.							
18	Este sistema tiene todas las funciones y capacidades que espero que tenga.							
19	En general, estoy satisfecho con este sistema.							

Tabla 37. Encuesta para evaluar la usabilidad.

El segundo cuestionario que se le aplica al tutor, contiene preguntas referentes a lo que el usuario experimenta durante la terapia recreacional, este cuestionario se encuentra basado en la “Guía para el Desarrollo de Sitios Web del Gobierno de Chile” obtenido en [42]. Que cuenta con un total de 12 preguntas, en las cuales las cinco primeras están relacionadas a las tareas ejecutadas por el tutor, y las restantes están relacionadas a las emociones observadas en el paciente pero contestadas por el tutor. La Tabla 38 presenta las preguntas de la encuesta:

<b>Referente a las tareas del tutor.</b>								
<b>N°</b>	<b>Preguntas</b>	<b>Escala</b>						
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
1	¿Fue fácil encontrar los distintos escenarios de la aplicación?							
2	¿La información presentada se mostró de manera simple?							
3	¿La información presentada le parece adecuada para entender dónde está ubicado en cualquier momento?							
4	¿Tras una primera mirada, le queda claro cuál es el objetivo de la aplicación?							
5	¿Cree que los contenidos y servicios que se ofrecen en esta aplicación son de utilidad para su caso personal?							
<b>Referente a las tareas del usuario de la terapia recreacional.</b>								
<b>N°</b>	<b>Preguntas</b>	<b>Opciones</b>						
1	¿El paciente estuvo consciente de los objetos mostrados en los distintos escenarios?	<b>Si__ , No__</b>						
2	Durante la inmersión del usuario se logró:	Mayor ansiedad____, Relajación____, o Frustración____						
3	¿Cómo se consideró la velocidad de inmersión del usuario en el escenario de Playa?	Baja__ media__ Alta__						
4	¿Como se consideró la velocidad de inmersión del usuario en el escenario de París?	Baja__ media__ Alta__						
5	¿Como se consideró la velocidad de inmersión del usuario en el escenario acuático?	Baja__ media__ Alta__						
6	¿El usuario llegó a un nivel satisfactorio de relajación en terapia recreacional?	1__ , 2__ , 3__ , 4__ , 5__						
7	¿Existieron inconvenientes al usar la aplicación en la cama de agua?	No__ , Si__ cuales__						

Tabla 38. Preguntas de usabilidad con enfoque al paciente

Se muestran evidencias de la segunda fase del protocolo, en la que participaron los tutores de la fundación FINE y estudiantes con distintos grados de parálisis física.

Las Figuras 28 y 30 muestran a los tutores y estudiantes realizando las tareas definidas dentro de la evaluación de usabilidad



Figura 29. Tutor realizando prueba de usabilidad



Figura 30. Estudiante realizando prueba de usabilidad

### **3.2.4. Tercera fase**

En esta fase se procede a presentar los resultados de la evaluación de usabilidad, dado que se aplicaron 2 encuestas, los resultados se presentarán en 2 subsecciones. La información sin procesar se encuentra en el Anexo 5: Respuestas de usabilidad.

#### **Resultados encuesta CSUQ**

La figura 31 presenta un resumen porcentual de los resultados obtenidos en la encuesta CSUQ. Cabe mencionar que el porcentaje se calculó utilizando la unidad más alta de la encuesta como el 100 por ciento.

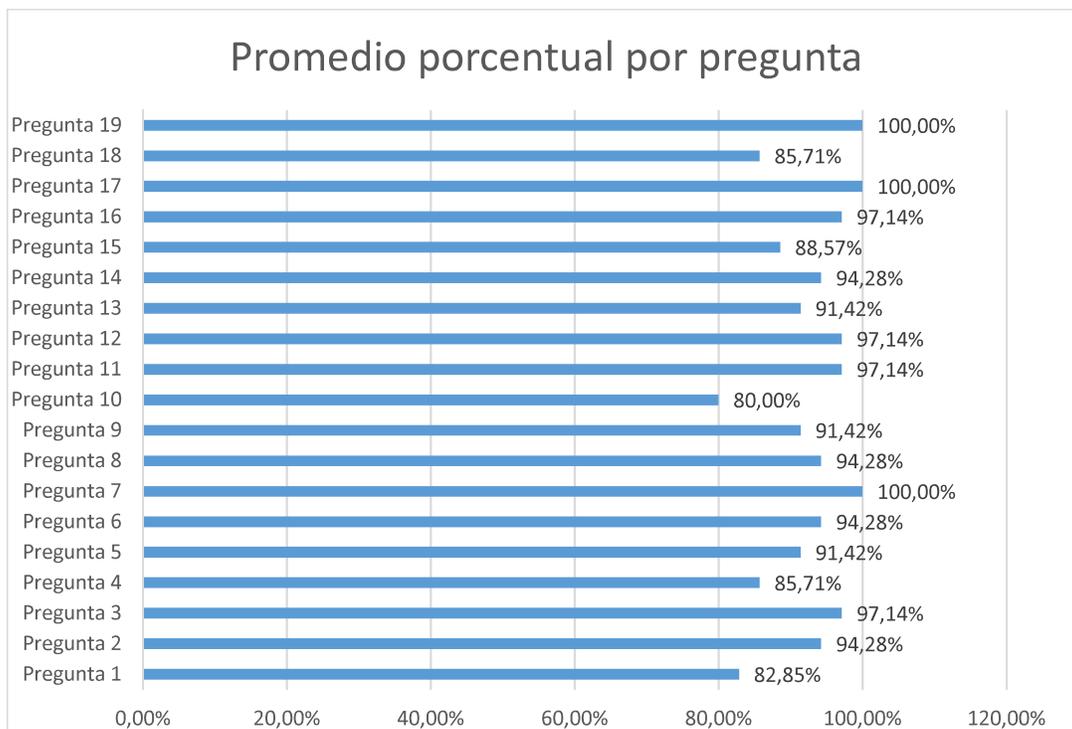


Figura 31. Promedio porcentual por pregunta encuesta CSUQ

Como se puede apreciar en la figura 31 existen preguntas con porcentaje de cien por ciento (100%) en específico las preguntas 17, 19 y 7, por otro lado, el porcentaje más bajo arrojado por la encuesta que se encuentra en la pregunta 10 con un ochenta por ciento (80%).

#### **Resultados encuesta de Usabilidad realizada al tutor con enfoque al paciente**

La figura 32 muestra los resultados de la parte numérica de la encuesta, que considera el cien por ciento la máxima calificación. La figura 33 muestra los resultados empíricos de la encuesta, basada en la observación al paciente.

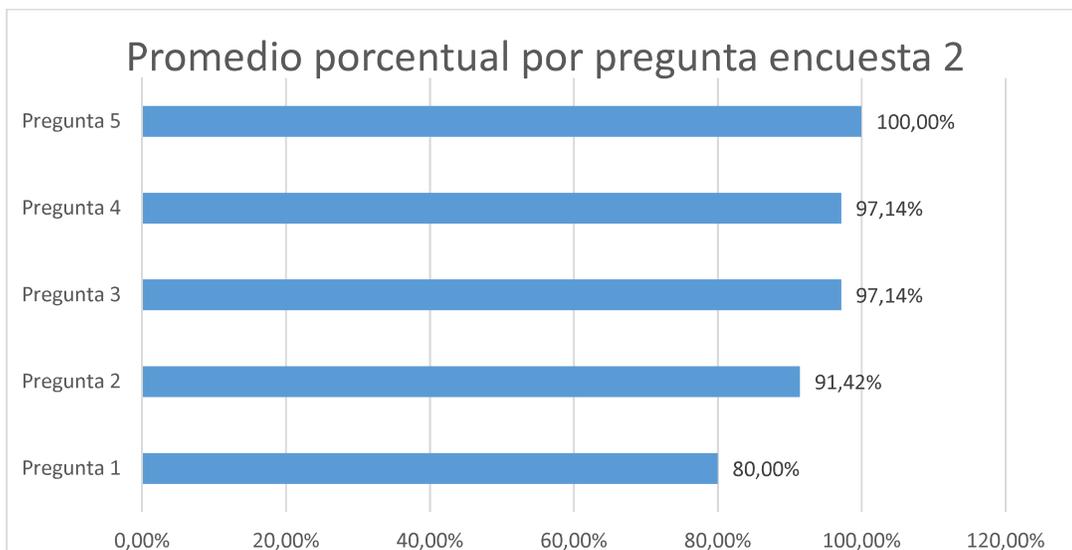


Figura 32. Resultados encuesta 2 parte 1

Como se puede apreciar en la figura 32, la pregunta cinco muestra el valor máximo y la pregunta uno el menor valor en la encuesta con una ponderación de ochenta por ciento (80%).

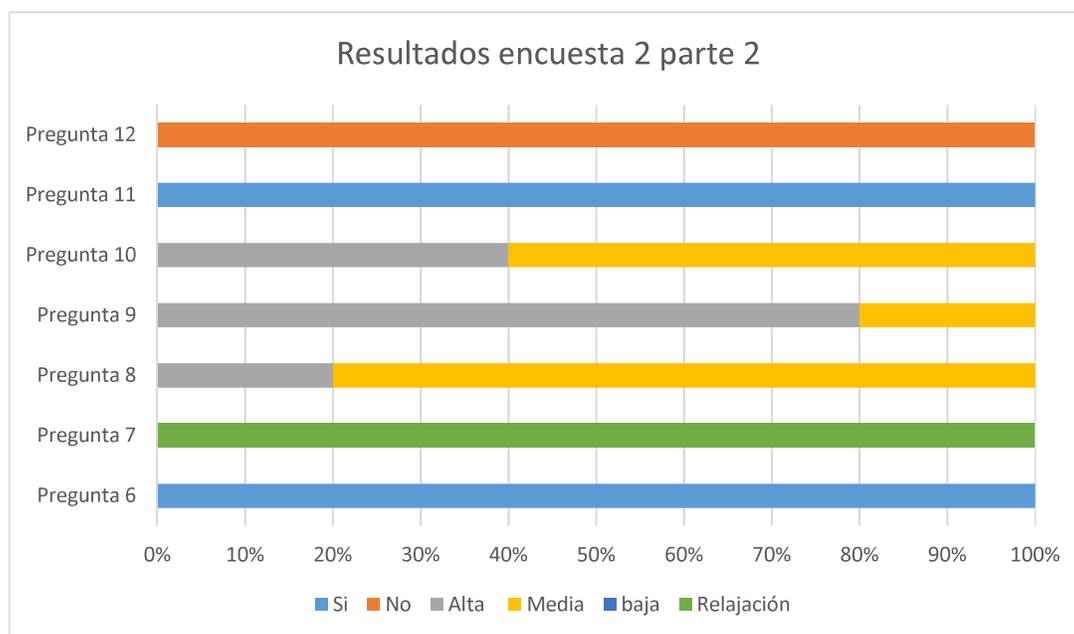


Figura 33. Resultados encuesta 2 parte 2

La figura 33 muestra la segunda parte de la encuesta de usabilidad donde se indican de manera general los resultados obtenidos.

### 3.2.5. Cuarta fase

Finalmente, en esta fase se procede a discutir los resultados. Para ver todos los diagramas. Ver el Anexo 6: Evidencia visual y gráficas de usabilidad.

#### Encuesta CSUQ

Tomando en cuenta los resultados obtenidos por la encuesta CSUQ, se concluye que el sistema es usable ya que en las preguntas: “En general, estoy satisfecho con lo fácil que es usar este sistema” y “En general, estoy satisfecho con este sistema” mostradas en las figuras 34 y 35. Tuvieron una aceptación mayor al 80%. Esto implica que los usuarios estuvieron de acuerdo con dichas preguntas de usabilidad.

1. Overall, I am satisfied with how easy it is to use this system. En general, estoy satisfecho con lo fácil que es usar este sistema.

[Más detalles](#)

1. Strongly disagree	0
2. Disagree	0
3. Slightly disagree	0
4. Neutral	0
5. Slightly Agree	2
6. Agree	2
7. Strongly Agree	1

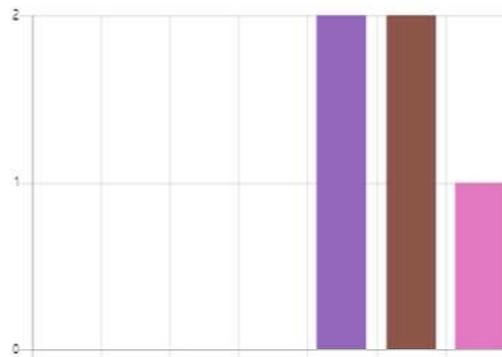


Figura 34. Resultados pregunta 1 encuesta CSUQ

19. Overall, I am satisfied with this system. En general, estoy satisfecho con este sistema.

[Más detalles](#)

1. Strongly disagree	0
2. Disagree	0
3. Slightly disagree	0
4. Neutral	0
5. Slightly Agree	0
6. Agree	0
7. Strongly Agree	5



Figura 35. Resultados pregunta 19 encuesta CSUQ

Con respecto a la curva de aprendizaje del sistema se concluye como satisfactoria, en la pregunta 7. “Fue fácil aprender a usar este sistema” se obtuvo el máximo nivel posible en la escala de la encuesta, tal como se aprecia en la figura 36.

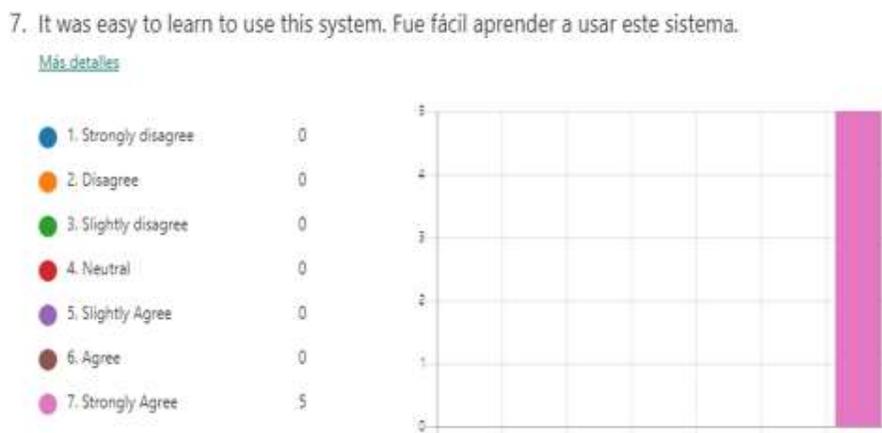


Figura 36. Resultados pregunta 7 encuesta CSUQ

La pregunta 10, “Cada vez que cometía un error al utilizar el sistema, podía recuperarme fácil y rápidamente”, muestra el porcentaje de aceptación más bajo de toda la encuesta, siendo de ochenta por ciento (80%). La figura 37 muestra los resultados obtenidos.

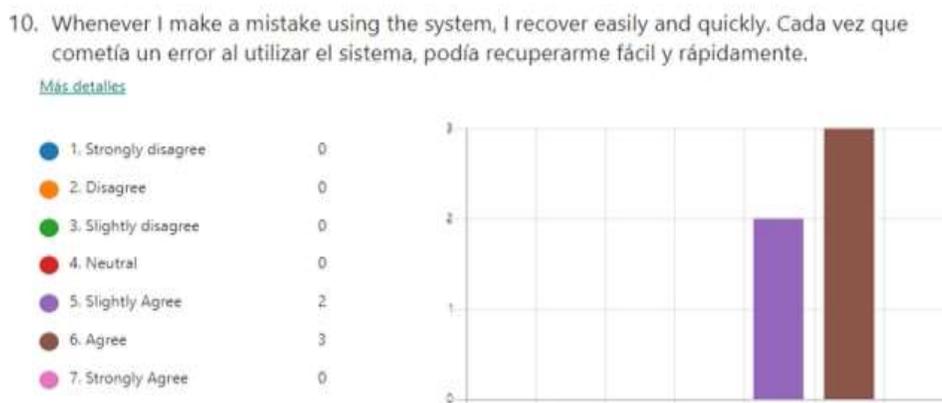


Figura 37. Resultados pregunta 10 encuesta CSUQ

### Encuesta de Usabilidad con Enfoque al Paciente

Los resultados arrojados por la encuesta de usabilidad con enfoque al paciente, concluye que, el aplicativo es usable para el caso de estudio, dado que, en la pregunta 5 “¿Cree que los contenidos y servicios que se ofrecen en esta aplicación son de utilidad para su caso personal?”, se cuenta con una aceptación del cien por ciento (100%) como se puede apreciar en la figura 38.

¿Cree que los contenidos y servicios que se ofrecen en esta aplicación son de utilidad para su caso personal?

5 responses

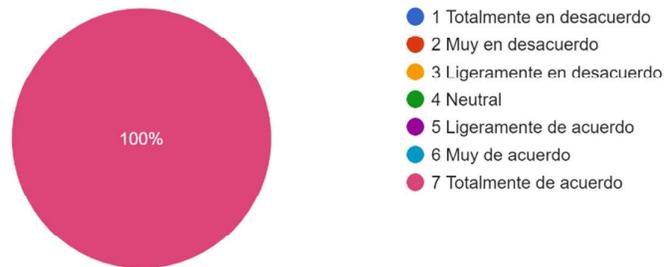


Figura 38. Resultados pregunta 5 encuesta de usabilidad enfocada al paciente

Con respecto a la usabilidad del lado del paciente, se concluye, que el aplicativo es usable ya que no existieron inconvenientes al usar el aplicativo en un entorno específico como la cama de agua, como muestran los datos de la figura 39.

¿Existieron inconvenientes al usar la aplicación en la cama de agua?

5 responses

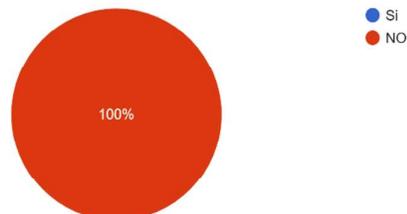


Figura 39. Resultados pregunta 12 encuesta de usabilidad enfocada al paciente

Las figuras 40 y 41, muestran los resultados obtenidos de las preguntas: “Durante la inmersión del usuario se logró” y “¿Cómo se consideró la inmersión del usuario en el escenario playa?”. Cabe mencionar que los resultados obtenidos permiten avalar la usabilidad de la aplicación.

Durante la inmersión del usuario se logró:

5 responses

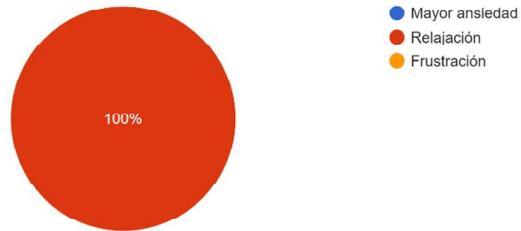


Figura 40. Resultados pregunta 7 encuesta de usabilidad enfocada al paciente

¿Cómo se consideró la velocidad de inmersión del usuario en el escenario de Playa?

5 responses

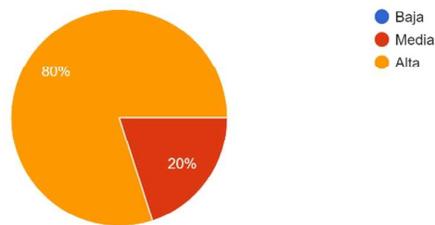


Figura 41. Resultados pregunta 8 encuesta de usabilidad enfocada al paciente

### Conclusión

Una vez analizados los resultados de las dos encuestas aplicadas, se puede concluir que el aplicativo es usable a un nivel aceptable, así como, la velocidad de inmersión es lo suficientemente rápida para lograr relajación en el usuario que utilice el aplicativo.

Finalizado el capítulo 3 “Evaluación y Resultados”, se procede a exponer las conclusiones obtenidas durante todo el proyecto integrador. Se proponen las recomendaciones pertinentes.

## CAPÍTULO 4

### CONCLUSIONES, PERSPECTIVAS Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones

- Se ha desarrollado de manera exitosa, una aplicación de realidad virtual semi-inmersiva para terapia recreacional; mediante un enfoque ágil como son SCRUM y la metodología experimental iPlus.
- El desarrollo del aplicativo siguió lo establecido en el marco de trabajo de SCRUM. En los procesos de SCRUM, no se explica cómo obtener los requerimientos necesarios para la elaboración de historias de usuario. Fue necesario utilizar la metodología experimental iPlus propuesta por la MSc. Mayra Carrión, ésta fue de gran utilidad para obtener elementos importantes dentro de la aplicación, como son las mecánicas del juego serio y las acciones o funcionalidades que van a ser realizadas en el escenario del videojuego.
- Se desarrollaron tres ambientes virtuales para terapia recreacional (Playa, París y Acuático), junto a un modo lúdico de exploración. Adicionalmente se implementó un módulo de carga, que permite la visualización de nuevos escenarios, mediante la instalación de un nuevo paquete de aplicación de Android (apk).
- Gracias a la toma de requerimientos realizadas por el protocolo experimenta iPlus, (específicamente el enfoque pedagógico serio), se logró desarrollar un aplicativo más universal en lo que se refiere a terapia recreacional, ya que este puede ser utilizado tanto por personas con parálisis física, así como personas que deseen vivir una nueva experiencia en términos de relajación.
- El uso del motor gráfico Unity fue un gran acierto durante el desarrollo, al poseer una gran comunidad de apoyo, facilitó la obtención de soporte y aprendizaje del mismo. Adicionalmente, el soporte para realidad virtual permitió generar la visión estereoscópica sin inconvenientes mayores.
- Dado el resultado satisfactorio de las pruebas de funcionalidad, realizado por casos de prueba; basados en las historias de usuario, se concluye que el producto final desarrollado durante el proyecto integrador ha logrado satisfacer las expectativas del usuario.
- La evaluación de usabilidad aparte de verificar que el sistema es usable, mostró que el aplicativo, posee una velocidad de inmersión media alta como promedio en todos los escenarios recreacionales, que facilita al usuario obtener el grado de relajación deseado.

- Finalmente, en la pregunta “Cada vez que cometía un error al utilizar el sistema, podía recuperarme fácil y rápidamente” de la encuesta CSUQ, se obtuvo el porcentaje de aceptación más bajo ochenta por ciento (80%), este resultado se debe a la novedad que representa el hardware utilizado (visor de realidad virtual y mando). Pese a ello el porcentaje de usabilidad es aceptable y puede mejorar con la masificación de este tipo de hardware.

## **4.2. Perspectivas**

- Aunque el aplicativo desarrollado se basa en realidad virtual semi inmersiva, este puede volverse completamente inmersivo al involucrar otros sentidos como el tacto o el olfato. Por lo tanto, si se desarrolla un esparcidor de fragancia que sincronizado al aplicativo, provea un aroma específico en función del escenario desplegado, la intensidad de la inmersión aumentaría, lo que podría provocar un nivel superior de relajación, volviendo la terapia recreacional más eficiente.
- Dado que el aplicativo desarrollado funciona en el sistema operativo Android, este deja de lado otros dispositivos donde se puede desplegar realidad virtual. Se podría considerar desarrollar una versión de la aplicación para las distintas plataformas existentes como lo son IOS, HTC vive y Oculus Rift, siendo estas dos últimas plataformas netamente de realidad virtual.
- Adicionalmente, se podría considerar añadir un módulo de monitoreo de frecuencia cardiaca que haga uso de una pulsera inteligente, para así lograr obtener de forma cuantitativa la reacción de los usuarios ante la terapia recreacional.
- Finalmente, si el punto anterior se logra consolidar, este debería venir acompañado de una plataforma, que permita guardar los datos obtenidos en la nube y generar reportes.

## **4.3. Recomendaciones**

- Se recomienda, que en proyectos futuros con enfoques similares se involucre, a más de los desarrolladores con conocimientos técnicos suficientes, un artista que facilite la orientación y creación del modelado 3D, así como la animación. De esta manera, se reducirá o eliminará el tiempo adicional que requirió el aprendizaje del modelado, también se dará mejora al estilizado de los mismo. Para con ello brindar un producto de mayor calidad.
- Se recomienda definir mejor la estimación de hardware a utilizar durante el desarrollo, muchas de las tareas definidas en cada sprint podían demorar más tiempo del planificado, debido a los elevados tiempos de compilación y renderizado.

- Con respecto al proceso de toma de requerimientos, se recomienda que en futuros proyectos se mantenga la utilización de la metodología experimental iPlus, puesto que al estar compuesto de actividades lúdicas y participativas, permite que la sesión de trabajo brinde una gran cantidad de información sin que se vuelva tediosa o aburrida.
- Se recomienda implementar una plataforma que brinde soporte a la aplicación, que facilite el proceso de actualización de la misma, o en su defecto publicarla en la tienda de aplicaciones de Android (Play Store).
- Se recomienda, que las encuestas utilizadas para cualquier evaluación que involucre usuarios sean manejadas en línea. Esto facilita el procesamiento de los resultados, al generar gráficas rápidamente.
- Finalmente, para el uso del aplicativo en su modo lúdico y recreacional, se recomienda usar auriculares bluetooth con cancelación de ruido externo ya que estos al carecer de cables y suprimir el ruido exterior, vuelven la inmersión más profunda y la relajación más cómoda.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (CONADIS), “Estadísticas de Discapacidad.” [Online]. Available: <https://www.consejodiscapacidades.gob.ec/estadisticas-de-discapacidad/>. [Accessed: 13-Apr-2019].
- [2] S. Viñas-Diz and M. Sobrido-Prieto, “Realidad virtual con fines terapéuticos en pacientes con ictus: Revisión sistemática,” *Neurología*, vol. 31, no. 4, pp. 255–277, 2016.
- [3] T. Blokehead, TotalBoox, and TBX, *Scrum - ¡Guía definitiva de prácticas ágiles esenciales de Scrum!* Babelcube Inc, 2016.
- [4] M. Carrion, M. Santorum, M. Perez, and J. Aguilar, “A participatory methodology for the design of serious games in the educational environment,” *2017 Congr. Int. Innov. y Tendencias en Ing. CONIITI 2017 - Conf. Proc.*, vol. 2018-Janua, pp. 1–6, 2018.
- [5] C. Belloch Orti, “Las Tecnologías De La Información Y Comunicación (T.I.C.),” *J. Virol. Methods*, vol. 187, no. 1, pp. 72–78, 2013.
- [6] Jordi Adell, “Eduotec-e.,” *Eduotec. Rev. Electrónica Tecnol. Educ.*, vol. 0, no. 7, p. 007, 1995.
- [7] U. Cambra, “Las TICs y la salud desde una perspectiva psicosocial,” *Rev. Comun. y Salud*, vol. 2, no. 1, pp. 29–33, 2012.
- [8] M. T. Sánchez Rodríguez, S. Collado Vázquez, P. Martín Casas, and R. Cano de la Cuerda, “Apps en neurorrehabilitación. Una revisión sistemática de aplicaciones móviles,” *Neurología*, vol. 33, no. 5, pp. 313–326, 2015.
- [9] Facultat d’Informàtica de Barcelona (FIB), “Realidad virtual,” 2019. [Online]. Available: [http://cv.uoc.edu/annotation/8ebfc11d61d9fb2feed41b629265e634/463715/PID\\_00150738/index.html](http://cv.uoc.edu/annotation/8ebfc11d61d9fb2feed41b629265e634/463715/PID_00150738/index.html). [Accessed: 10-Apr-2019].
- [10] P. Santamaría, “Realidad virtual + realidad aumentada = realidad mixta,” *Noboot*, pp. 1–6, 2016.
- [11] Two Reality, “Tipos de realidad virtual y cuál es la mejor para ti. La realidad aumentada,” 2017. [Online]. Available: <https://www.tworeality.com/tipos-de-realidad-virtual-y-cual-es-la-mejor-para-ti/>. [Accessed: 15-Apr-2019].

- [12] K. J. Luengas, L.A.; Rincón López, D.A. y Galeano, “Non-Immersive Virtual Reality: Implementing Electronic Educational Tools,” *Visión Electrónica*, vol. 4, no. 1, pp. 94–105, 2010.
- [13] M. T. M. Redmon and J. M. Cuadra, “Realidad virtual y su aplicación en las aulas universitarias en los EEUU éxitos y fracasos,” *Actas II Congr. Int. Soc. Digit. Espac. para la interactividad y la inmersión*, Vol. 2, 2011, ISBN 978-84-939077-5-4, págs. 906-920, vol. I, no. December, pp. 59–70, 2011.
- [14] F. D. G. Andrea Raigoza, Paulo C. Alvis, Diego A. Sánchez and U. del Q. (Colombia) Grupo de Investigación SINFOCI, Facultad de Ingeniería, “Prototipo basado en técnicas de Realidad Virtual semi-inmersiva para la enseñanza de Cálculo Multivariado y Vectorial ...,” no. September, 2017.
- [15] Colaboracion científica, “¿Qué es la realidad virtual inmersiva?,” *Colaboracion científica*, 2016. [Online]. Available: <http://www.colaboracioncientifica.es/la-realidad-virtual-inmersiva/>. [Accessed: 15-Apr-2019].
- [16] E. Domínguez-Martín, “Periodismo inmersivo o cómo la realidad virtual y el videojuego influyen en la interfaz e interactividad del relato de actualidad,” *El Prof. la Inf.*, vol. 24, no. 4, p. 413, 2015.
- [17] D. M. Romero Ayuso and P. Moruno Miralles, *Terapia ocupacional : teoría y técnicas*. Masson, 2003.
- [18] R. F. Aremi Castañeda, Luz Campa, “Discapacidad motriz y física.” [Online]. Available: <https://es.slideshare.net/AremiCastaedaVerdugo/discapacidad-motriz-y-fsica>. [Accessed: 15-Apr-2019].
- [19] Organización Mundial de la Salud, *Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud*. 2001.
- [20] Oscar Castillero Mimenza, “Tipos de discapacidad física (y características).” [Online]. Available: <https://psicologiymente.com/salud/tipos-de-discapacidad-fisica>. [Accessed: 16-Apr-2019].
- [21] A. N. Cadavid, J. D. F. Martínez, and J. M. Vélez, “Revisión de metodologías ágiles para el desarrollo de software,” *Prospectiva*, vol. 11, no. 2, pp. 30–39, 2013.
- [22] M. Alexander and P. Cumbe, “DISEÑO DE UNA APLICACIÓN BASADA EN REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA,” 2016.

- [23] C. Augusto *et al.*, “Aplicación móvil de realidad aumentada para la enseñanza de la clasificación de los seres vivos a niños de tercer grado,” vol. 20, no. 1, pp. 79–93, 2015.
- [24] C. D. E. Conocimiento, *Una guía para el CUERPO DE CONOCIMIENTO DE SCRUM (Guía SBOK™) 3ra Edición Una guía integral para la entrega de proyectos utilizando Scrum*, Tercera Ed. Avole, Arizona 85392 USA: SCRUMstudy, 2017.
- [25] R. N. Martínez, J. R. L. Fuentes, A. Durango, and D. Ramos, *Curso de Ingeniería de Software*. CREATESPACE INDEPENDENT P, 2015.
- [26] K. H. Pries and J. M. Quigley, *Scrum project management*. CRC Press, 2011.
- [27] D. V. Fern and C. Mart, *Arquitectura del Motor de Videojuegos*, Segunda. Bubok, 2013.
- [28] Raona, “¿App nativa, web o híbrida? - Raona,” 2017. [Online]. Available: <https://www.raona.com/aplicacion-nativa-web-hibrida/>. [Accessed: 06-May-2019].
- [29] “Products - Unity.” [Online]. Available: [https://unity3d.com/es/unity?\\_ga=2.109437381.1982865579.1557503899-1546498287.1557503899](https://unity3d.com/es/unity?_ga=2.109437381.1982865579.1557503899-1546498287.1557503899). [Accessed: 10-May-2019].
- [30] Google, “Conoce Android Studio | Desarrolladores de Android.” [Online]. Available: <https://developer.android.com/studio/intro>. [Accessed: 10-May-2019].
- [31] Microsoft, “Herramientas de desarrollo de juegos de Unity | Visual Studio.” [Online]. Available: <https://visualstudio.microsoft.com/es/vs/unity-tools/>. [Accessed: 10-May-2019].
- [32] Blender, “Acerca de - blender.org.” [Online]. Available: <https://www.blender.org/about/>. [Accessed: 10-May-2019].
- [33] Inkscape, “Resumen | Inkscape.” [Online]. Available: <https://inkscape.org/es/acerca-de/resumen/>. [Accessed: 10-May-2019].
- [34] Free 3D, “Free3D - Sobre nosotros.” [Online]. Available: <https://free3d.com/about>. [Accessed: 10-May-2019].
- [35] Audacity, “Audacity ® | Software de audio multiplataforma, de código abierto y gratuito para grabación y edición multipistas.” [Online]. Available: <https://www.audacityteam.org/>. [Accessed: 10-May-2019].
- [36] Material Design, “Icons - Material Design.” [Online]. Available:

<https://material.io/tools/icons/?style=baseline>. [Accessed: 10-May-2019].

- [37] Turbo Squid, “Acerca de TurboSquid | Detrás de la biblioteca de modelos 3D más grande del mundo.” [Online]. Available: <https://www.turbosquid.com/AboutTurboSquid>. [Accessed: 10-May-2019].
- [38] E. Serna Montoya, *Prueba funcional del software: un proceso de verificación constante*. Fondo Editorial ITM, 2013.
- [39] Jakob Nielsen, “Why You Only Need to Test with 5 Users,” 2000.
- [40] S. L. Henry, *Simplemente pregunta: integración de la accesibilidad en el diseño*. ET/Lawton, 2008.
- [41] P. Taylor and J. R. Lewis, “IBM computer usability satisfaction questionnaires: Psychometric evaluation and instructions for use IBM Computer Usability Satisfaction Questionnaires: Psychometric Evaluation and Instructions for Use,” *Int. J. Hum. Comput. Interact.*, no. December 2012, pp. 37–41, 2009.
- [42] F. Almazán and J. Camus, “Modelo de Test de Usuario,” *Test*, pp. 1–15.

## ANEXOS

Los anexos que se presentan son en formato digital, debido a la extensión de los mismos (ver cd adjunto).

- Anexo 1: Resultados iPlus.
- Anexo 2: Cuestionario de refinamiento de requerimientos iPlus.
- Anexo 3: Desarrollo de Sprints.
- Anexo 4: Manual de Usuario.
- Anexo 5: Respuestas de usabilidad.
- Anexo 6: Evidencia visual y gráficas de usabilidad.