



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

"DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN DE VR PARA APOYO A LA
MOTRICIDAD EN NIÑOS DE 4 A 6 AÑOS"

AUTOR

Stiward David Solano Cueva

AÑO

2020



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN DE VR PARA APOYO A LA
MOTRICIDAD EN NIÑOS DE 4 A 6 AÑOS

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Ingeniero en Sistemas de Computación
e Informática.

Profesor Guía

Ing. Anita Yáñez Torres. MBA

Autor

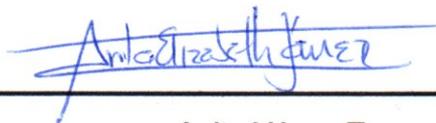
Stiward David Solano Cueva

Año

2020

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo, Desarrollo De Una Aplicación De Vr Para Apoyo A La Motricidad En Niños De 4 A 6 Años, a través de reuniones periódicas con el estudiante Steward David Solano Cueva, en el semestre 202020 orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”



Anita Yáñez Torres

Máster Universitario en Ingeniería de Software y Sistemas Informáticos

CI: 1802462216

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber dirigido este trabajo, Desarrollo De Una Aplicación De Vr Para Apoyo A La Motricidad En Niños De 4 A 6 Años, del estudiante Steward David Solano Cueva, en el semestre 202020, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”



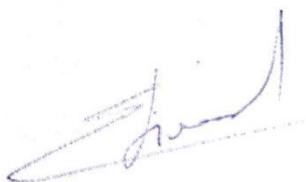
Bernarda Cecibel Sandoval Romo

Mestra en Ciencia da Computacao

CI: 1709974453

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”



Steward David Solano Cueva

CI: 1105050866

AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a mi familia por su apoyo durante todos estos años, por extenderme su mano en mis momentos más oscuros, su constante apoyo me ha permitido estar donde me encuentro ahora. A la ingeniera Anita Yáñez por sus enseñanzas, soporte y paciencia durante la duración de este trabajo. Al ingeniero Marco Galarza por escucharme y brindarme ayuda cuando la necesité para continuar con mis estudios. Finalmente, a mis queridos amigos Josué, Kevin y Sebastian por acompañarme durante todos los momentos buenos y malos dentro y fuera de las aulas.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi querida familia, mi hermana Carolina, mis padres Nadya y Edgar, quienes me han brindado apoyo incondicional durante toda mi carrera universitaria y mi vida.

RESUMEN

La realidad virtual permite cambiar la percepción del espacio personal, llevar a una persona a entornos creados digitalmente, pudiendo ser edificios, ciudades e incluso lugares completamente llevados desde la ficción. El presente trabajo busca explorar las posibilidades que brindan los nuevos dispositivos de realidad virtual para el apoyo a la motricidad de niños de cuatro a seis años, basándose en trabajos previos que reportan interesantes hallazgos respecto al uso de la tecnología al servicio de la sociedad. Se realiza un análisis de las ventajas y desventajas que presenta el uso de la realidad virtual, una exploración de los conceptos básicos de motricidad fina y gruesa, además de un repaso del marco de trabajo SCRUM, para obtener los conocimientos necesarios para realizar el proyecto; el cual se programa usando el entorno de desarrollo Unity y se prueba directamente empleando un visor Oculus Quest y el entorno virtual diseñado y creado por el autor, para validar los objetivos buscados, logrando demostrar que el uso de la realidad virtual para apoyar la motricidad es factible.

Palabras Clave: Realidad virtual, Oculus, Oculus Quest, entorno virtual, motricidad.

ABSTRACT

Virtual reality allows changing the perception of personal space, taking a person to digitally created environments, which can be buildings, cities and even places completely taken from fiction. The present work seeks to explore the possibilities offered by the new virtual reality devices to support the motor skills of children between the ages of four and six, based on previous works that report interesting findings regarding the use of technology at the service of society. An analysis of the advantages and disadvantages of using virtual reality, an exploration of the basic concepts of fine and gross motor skills, as well as a review of the SCRUM framework, are carried out to obtain the necessary knowledge to carry out the project; which is programmed using the Unity development environment and is directly tested using an Oculus Quest viewer and the virtual environment designed and created by the author, to validate the objectives sought, managing to demonstrate that the use of virtual reality to support motor skills is feasible.

Keywords: Virtual reality, Oculus, Oculus Quest, virtual environment, motor skills.

ÍNDICE

Capítulo 1. Introducción	1
1.1 Antecedentes: ¿Qué es la Realidad Virtual?	1
1.2 Alcance	2
1.3 Justificación	3
1.4 Objetivos	4
Capítulo 2. Marco Teórico	4
2.1 Dispositivos de Realidad Virtual	5
2.2 Desventajas de la Realidad Virtual	6
2.3 Ventajas de la Realidad Virtual	7
2.4 Realidad Virtual y su impacto social	7
2.5 Motricidad de los niños	8
2.5.1 Motricidad Fina	9
2.5.2 Motricidad Gruesa	10
2.6 Metodologías de Desarrollo	11
2.6.1 SCRUM.....	11
2.6.2 Entregables de Scrum	13
2.6.3 Product Backlog.....	13
2.6.4 Historias de Usuario	14
2.6.5 Gráfico de Avance	16
2.6.6 Sprint Planning	18
2.6.7 Entregables al finalizar el sprint.....	19
2.6.7.1 Preparación del product backlog.....	19
2.6.7.2 Formato del product backlog	20
2.6.8 Como liberar el sprint.....	22
2.7 Entornos de desarrollo 3D	23
2.7.1 Unity	24
2.7.2 Unreal Engine	25
Capítulo 3. Estado del Arte	25
3.1 Aplicaciones de la Realidad Virtual para el apoyo al desarrollo de la motricidad	26
Capítulo 4. Metodología de desarrollo	30

4.1	Arquitectura del proyecto	31
4.2	Product Backlog	31
4.3	Lista de sprint.....	32
4.3.1	Primer Sprint.....	32
4.3.1.1	Scrum diario.....	39
4.3.1.2	Revisión del sprint.....	39
4.3.1.3	Burn down chart.....	41
4.3.1.4	Retrospectiva del sprint	41
4.3.2	Segundo Sprint	42
4.3.2.1	Scrum diario.....	48
4.3.2.2	Revisión del sprint.....	49
4.3.2.3	Burn down chart.....	50
4.3.2.4	Retrospectiva del sprint	50
Capítulo 5.	Pruebas.....	51
5.1	Pruebas realizadas	51
5.1.1	Historia 1: Escenario para niños de 4 a 5 años	51
5.1.2	Historia 2: Pared selectora de colores	53
5.1.3	Historia 3: Guías visuales dentro del escenario.....	54
5.1.4	Historia 4: Sonidos guías.....	55
5.1.5	Historia 5: Colocar juguetes en contenedores de acuerdo con su forma	56
5.1.6	Historia 6: No encuentro contenedor	58
5.1.7	Historia 7: Cambiar tamaño de las figuras	59
5.1.8	Historia 8: Cambiar color de las figuras	60
5.1.9	Historia 9: Escenario para niños de 5 a 6 años	61
5.1.10	Historia 10: Palabras varias.....	62
5.1.11	Historia 11: Pared de números	64
5.1.12	Historia 12: Pizarra de sumas.....	65
5.1.13	Historia 13: Guías visuales dentro del escenario.....	66
5.1.14	Historia 14: Sonidos guías.....	68
5.1.15	Historia 15: Cambiar tamaño de las figuras	69
6.	Conclusiones y Recomendaciones.....	71
6.1	Conclusiones	71
6.2	Recomendaciones	72

Referencias	73
--------------------------	-----------

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Visores Oculus	6
Figura 2. Ejemplo de Historia de Usuario	14
Figura 3. Gráfico de avance	17
Figura 4. Gráfico de avance, ejemplo de esfuerzo pendiente	17
Figura 5. Esquema de la planificación del Sprint.....	19
Figura 6. Ejemplo de Product backlog.....	20
Figura 7. Funcionamiento del juego	26
Figura 8. Distintos niveles del juego.....	27
Figura 9. Movimientos realizados al agarrar un objeto dentro del juego	28
Figura 10. Ejercicio de motricidad gruesa	29
Figura 11. Movimiento dentro del juego para ejercer la motricidad fina	29
Figura 12. Diagrama de arquitectura del proyecto	31
Figura 13. Escenario correspondiente a la historia de usuario 1.....	40
Figura 14. Ejemplo de cambio de color	40
Figura 15. Ejemplo de uso de los contenedores	41
Figura 16. Gráfico de avance al finalizar el sprint.....	41
Figura 17. Interacción con el escenario.....	49
Figura 18. Revisión de la historia número 11	49
Figura 19. Validación de la historia número 10	50
Figura 20. Gráfico de avance al finalizar el segundo sprint.....	50
Figura 21. Escenario para niños de 4 a 5 años	52
Figura 22. Pared selectora de colores.....	54
Figura 23. Guías visuales del escenario	55
Figura 24. Ejemplo de actividad que genera sonido dentro del escenario	56
Figura 25. Contenedores del escenario	57
Figura 26. Tiempo restante para encontrar el contenedor de la figura seleccionada	59
Figura 27. Resultado al agrandar un objeto en el escenario	60
Figura 28. Resultado al cambiar de color a una figura del escenario.....	61
Figura 29. Escenario para niños de 5 a 6 años	62
Figura 30. Pared de palabras y sus objetos correspondientes.....	64
Figura 31. Pared de números y primera suma del escenario	65
Figura 32. Segunda pizarra de sumas del escenario	66

Figura 33. Guías visuales dentro del segundo escenario.....	67
Figura 34. Ejemplo de actividad que genera sonidos dentro del escenario	69
Figura 35. Resultado al encoger un objeto dentro del escenario	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparativa entre estudios previos y el presente proyecto	30
Tabla 2. Product Backlog del proyecto	32
Tabla 3. Sprint backlog.....	32
Tabla 4. Historia de usuario: Escenario para niños de 4 a 5 años	33
Tabla 5. Historia de usuario: Pared selectora de colores	34
Tabla 6. Historia de usuario: Guías visuales dentro del escenario.....	35
Tabla 7. Historia de usuario: Sonidos guías.....	36
Tabla 8. Historia de usuario: Colocar juguetes en contenedores de acuerdo con su forma	36
Tabla 9. Historia de usuario: No encuentro contenedor	37
Tabla 10. Historia de usuario: Cambiar tamaño de las figuras	38
Tabla 11. Historia de usuario: Cambiar color de las figuras	38
Tabla 12. Sprint backlog.....	42
Tabla 13. Historia de usuario: Escenario para niños de 5 a 6 años	42
Tabla 14. Historia de usuario: Palabras varias	43
Tabla 15. Historia de usuario: Pared de números	44
Tabla 16. Historia de usuario: Pizarra de sumas.....	45
Tabla 17. Historia de usuario: Guías visuales dentro del escenario.....	46
Tabla 18. Historia de usuario: Sonidos guías	47
Tabla 19. Historia de usuario: Cambiar el tamaño de las figuras	48
Tabla 20. Pruebas realizadas en el escenario para niños de 4 a 5 años	52
Tabla 21. Pruebas realizadas en la historia de usuario número 2.....	53
Tabla 22. Pruebas realizadas en la historia de usuario número 3.....	54
Tabla 23. Pruebas realizadas en la historia de usuario número 4.....	55
Tabla 24. Pruebas realizadas en la historia de usuario número 5.....	57
Tabla 25. Pruebas realizadas en la historia de usuario número 6.....	58
Tabla 26. Pruebas realizadas en la historia de usuario número 7.....	59
Tabla 27. Pruebas realizadas en la historia de usuario número 8.....	60
Tabla 28. Pruebas realizadas en la historia de usuario número 9.....	61
Tabla 29. Pruebas realizadas en la historia de usuario número 10.....	63
Tabla 30. Pruebas realizadas en la historia de usuario número 11.....	64
Tabla 31. Pruebas realizadas en la historia de usuario número 12.....	65
Tabla 32. Pruebas realizadas en la historia de usuario número 13.....	67

Tabla 33. Pruebas realizadas en la historia de usuario número 14.....	68
Tabla 34. Pruebas realizadas en la historia de usuario número 15.....	69

Capítulo 1. Introducción

El capítulo que se desarrolla a continuación permite ampliar el conocimiento de los conceptos básicos que se requieren para entender el desarrollo del proyecto. Primero, definiendo la Realidad Virtual y sus aplicaciones. A continuación, se examina el alcance del proyecto y su justificación, finalizando con una descripción de los objetivos que se busca alcanzar con la realización del presente proyecto.

1.1 Antecedentes: ¿Qué es la Realidad Virtual?

La Realidad Virtual ha sido llamada máquina de sueños, además se la conoce como una forma de telepresencia. Philip Brey define la Realidad Virtual como un entorno tridimensional e interactivo generado por computadora que incorpora una perspectiva de primera persona (Brey, 1999).

(Aukstakalnis & Blatner, 1993) definen la realidad virtual como: “Una forma humana de visualizar, manipular e interactuar con ordenadores y datos complejos”, es decir, una extensión de los sentidos para realizar una actividad que no se puede realizar normalmente, ya sea porque no existen modelos previos, o por las limitaciones físicas de una persona.

En la actualidad, la realidad virtual se considera como un conjunto de imágenes y sonidos digitales con los que se puede interactuar, dando la noción de un entorno físico. Esta noción de ingresar al entorno virtual se da gracias a la capacidad de procesamiento de los nuevos smartphones, a su aplicación en consolas de video juegos y a los precios accesibles de los nuevos periféricos. Haciendo analogía con el buceo, cada vez más personas se pueden sumergir en varios tipos de entornos, desde educativos, laborales y de entretenimiento. Inmersión y presencia son dos términos que se usan con frecuencia para describir la experiencia de la realidad virtual. Si bien la inmersión es "simplemente lo que ofrece la tecnología desde un punto de vista objetivo", la

presencia se entiende en contraste como "una reacción humana a la inmersión". En otras palabras, la inmersión implica lo tecnológico, mientras que la presencia implica lo psicológico. Cada vez hay más pruebas que sugieren que la capacidad de crear mundos virtuales de los que los usuarios "sienten que son parte" se basa, plenamente en la tecnología que sustenta la experiencia. (Calleja, 2011)

La realidad virtual hoy en día es más avanzada que en los años ochenta y noventa, la cual se caracterizó por su "baja resolución y latencia inaceptable". El potencial consiguiente para crear experiencias más convincentes de "estar allí" no ha pasado desapercibido tanto para académicos como para profesionales de la industria. (Bailenson, 2018)

1.2 Alcance

"Las propuestas de aplicación de la realidad virtual en las dos primeras décadas del siglo veintiuno son observables en un amplio rango de disciplinas. Su potencial como herramienta de comunicación y de transmisión de la información es explorado en áreas como la neurociencia el turismo y el patrimonio cultural, la conducción de vehículos y simulación de uso de máquinas". (Rubio & Gértrudix, 2016). Así, confrontan la perspectiva idealizada de vivir experiencias sensoriales con ahorro de tiempo y dinero y la idea de herramientas y contextos adaptadas al usuario realizando énfasis en ciertas competencias como adaptabilidad, control y decisión. Haciendo uso del editor Unity 3d y de unos cascos Oculus Rift, se desarrollará un ambiente virtual, en donde se muestren flotando, una serie de figuras geométricas tales como estrellas, círculos y esferas, los cuales deberán ser insertados en un contenedor transparente cuya única entrada tendrá la forma de las figuras, la cual cambiará con el paso del tiempo.

La interacción se realizará a través de los controles propios de Oculus, que dan la sensación de utilizar el tacto en realidad virtual, motivando al usuario a usar sus manos, sirviendo así para estimular la motricidad fina, debido a los

movimientos que se requerirán para sujetar las figuras. Tratándose de un ambiente tridimensional completo, no está limitado a un solo plano, ya que el usuario puede desplazarse como lo requiera, contribuyendo también con la motricidad gruesa. Como se ha descrito, el entorno se construirá de tal manera que sean necesarios varios tipos de movimientos, incluidos los anteriores para que, de una manera didáctica, se desarrollen las actividades motoras en los niños que usen el sistema.

Además, usando una serie de sonidos y animaciones cada vez que se acierte al insertar una figura, se espera incentivar a los infantes a continuar con la actividad.

1.3 Justificación

Se suelen asociar afirmaciones negativas como: “Tropiezas con todo”, “Siempre estás en el suelo”, cuando en realidad existen dificultades relacionadas con la motricidad de un niño. La cual se define como el control que un niño es capaz de ejercer sobre su propio cuerpo.

Siendo motricidad gruesa la que se refiere a la coordinación existente al realizar movimientos amplios como levantar la cabeza, sentarse o caminar, y motricidad fina a la que implica movimientos precisos como agarrar y encajar objetos, colorear, enhebrar.

La realidad virtual es un poderoso contexto motivacional, en el que se pueden controlar el tiempo, el clima, las escalas y física de los objetos. En ella, los participantes pueden observar el ambiente desde perspectivas que no serían posibles en el mundo real. En un entorno virtual los materiales no se rompen o se gastan y se puede experimentar en forma segura. En este contexto, (Slater & Sanchez-Vives, 2016) señalaron la importancia de investigar la eficacia educativa de la Realidad Virtual en situaciones específicas de aprendizaje y expandir los dominios.

Conforme lo expuesto anteriormente, y debido a las posibilidades casi ilimitadas proporcionadas por la Realidad Virtual, se contempla el desarrollo de un aplicativo que permita que los niños sean capaces de realizar varios tipos de movimientos para ejercitar su motricidad, siendo motivados por los objetos tridimensionales que se encontrarán en el entorno, de tal manera que no se frustren ni sientan aburrimiento.

1.4 Objetivos

Objetivo General

Desarrollar un aplicativo de realidad virtual con herramientas tecnológicas que permitan apoyar el refinamiento de la motricidad en niños de cuatro a seis años.

Objetivos Específicos

- Identificar las distintas formas de presentar información al usuario dentro de un entorno virtual.
- Diseñar un modelo del aplicativo de realidad virtual que cumpla con los requerimientos de interacción y visualización.
- Desarrollar e implementar los diferentes módulos del aplicativo de realidad virtual que permitan la interacción hombre-máquina.
- Ejecutar pruebas del prototipo final para identificar oportunidades de mejora, ajustes, y beneficios al público objetivo.

Capítulo 2. Marco Teórico

El presente capítulo permite ampliar los conceptos básicos acerca de la Realidad Virtual. Primero, definiendo los dispositivos de Realidad Virtual existentes y sus aplicaciones, así como su impacto en la actualidad y el porqué de su masificación en los últimos años. A continuación, se exploran las nociones de motricidad,

motricidad fina y gruesa, en especial en niños cuya edad oscila entre los cuatro y seis años. Luego, con una breve descripción acerca de las metodologías de desarrollo existentes, se da paso a SCRUM, examinando de manera detallada sus componentes y artefactos, haciendo énfasis en el *product backlog* e historias de usuario, cuyo formato es usado en el presente proyecto. Por último, se estudian los entornos de desarrollo tridimensionales, haciendo hincapié en los dos editores más populares de la actualidad Unity y Unreal Engine, justificando porqué los trabajos en Realidad Virtual los prefieren.

2.1 Dispositivos de Realidad Virtual

Desde su anuncio en agosto de 2012, los *head mounted display* Oculus Rift han contribuido a la democratización de la Realidad Virtual, debido a su accesible precio de trescientos dólares americanos y a que su entorno de desarrollo de software es *Open Source*, por lo tanto, quien lo desee puede realizar programas para el mencionado dispositivo. (Arth et al., 2015).

En la actualidad, existen varios dispositivos de distintas empresas, todos ellos basados en el modelo *Oculus Rift DK1*, entre los más populares se incluyen el HTC Vive de HTC y Valve, PlayStation VR de Sony, Gear VR de Samsung. (Afanasyev et al., 2018).

En cuanto a Oculus, además del equipo original, como se observa en la figura 1, existe un dispositivo económico llamado Oculus Go, cuyas capacidades técnicas están a nivel de un teléfono celular de gama alta gracias a su procesador Snapdragon 821, por lo que no requiere estar conectado a un computador para funcionar; Oculus Rift S, perfilándose como el mejor dispositivo de la familia debido a sus visores de alta resolución y su tasa de refresco de 90Hz, pero necesita un computador cuyas capacidades técnicas permitan procesar los entornos virtuales.



Figura 1: Visores Oculus.

Tomado de (Facebook, 2018, p1.).

Hoy en día, el último dispositivo de la familia Oculus, en concreto el modelo Oculus Quest es capaz de procesar los entornos virtuales sin necesidad de un computador. Permitiendo de esa manera, que muchas más personas puedan acceder a la Realidad Virtual y realizar desarrollos para ella. Oculus Quest, es un visor de realidad virtual, que posee seis grados de libertad (6-DoF), con rastreo desde dentro hacia fuera, permitiendo una experiencia de alta calidad de manera inalámbrica en escala de un cuarto, con un campo de visión de 110 grados y una resolución de hasta 2880x1600 en dos pantallas OLED, con una tasa de refresco de 72Hz para evitar mareos. (Hillmann, 2019).

2.2 Desventajas de la Realidad Virtual

La principal desventaja que presenta el uso continuo de cascos de realidad virtual es el mareo causado por movimiento, el cual es producido cuando el cerebro recibe señales sensoriales conflictivas, como un desajuste entre lo que se observa y su la velocidad, o la sensación de movimiento del oído interno. (Austin et al., 2014). Desde hace tiempo se conoce que se produce mareo al emplear visión tridimensional o juegos en primera persona, debido a la experiencia inmersiva proporcionada por los visores de realidad virtual, incluso personas que normalmente son inmunes a este tipo de problemas han presentado un grado de mareo, como lo demuestra (Munafò et al., 2017) en su *The virtual reality head-mounted display Oculus Rift induces motion sickness and is sexist in its effects*, de donde se extrae que el 22% de su muestra de 36 personas, presentó una incidencia de mareos al usar su prototipo de realidad

virtual. El Estudio *Validation of the Virtual Reality Neuroscience Questionnaire: Maximum Duration of Immersive Virtual Reality Sessions Without the Presence of Pertinent Adverse Symptomatology* explora con más detalle la duración de las sesiones de realidad virtual, concluyendo que el tiempo de exposición a esta tecnología debe durar entre 55 a 70 minutos independientemente del usuario. (Kourtesis et al., 2019).

2.3 Ventajas de la Realidad Virtual

La Realidad Virtual facilita realizar una inmersión completa en un ambiente generado por computador, permitiendo crear programas de entrenamiento flexibles, como por ejemplo ayudar a que los maestros impartan visualmente clases y seminarios, mostrando todas las partes de un proceso u objeto. (Afanasyev et al., 2018). Otra ventaja destacable se presenta debido a que la realidad virtual se puede aplicar en distintas divisiones educativas y empresariales por su habilidad de proveer un ambiente controlado, repetible y estandarizado. (Morel et al., 2015). La realidad virtual permite crear herramientas y al mismo tiempo los medios para medir la eficiencia de cada parámetro de estas herramientas, de manera que puedan ser optimizadas.

2.4 Realidad Virtual y su impacto social

La realidad virtual ganó popularidad a finales de los años noventa como la nomenclatura ubicua que describe los entornos sintéticos y la realidad aumentada (Mills & Noyes, 1999). Esta tecnología despertó el interés de los investigadores, al estimular numerosas publicaciones evaluando fundamentos teóricos desde juegos (Piekarski & Thomas, 2002) hasta entrenamientos médicos (Seymour et al., 2002). Mientras que la realidad virtual demostró un inmenso potencial para organizaciones, universidades y uso individual; su adopción a gran escala se limitó debido a sus altos costos, escasa experiencia técnica y falta de movilidad. Sin embargo, en años recientes, la reaparición de la

realidad virtual ha permitido que esta tecnología sea incorporada en museos de arte en forma de exhibiciones basadas en Realidad Virtual.

Hoy, la realidad virtual pasa por un renacimiento (Evans, 2018). "Después de muchas décadas de incubación, la realidad virtual totalmente inmersiva se ha convertido en una tecnología preparada para el cliente". Esto se evidencia por la creciente popularidad de los sistemas modernos como Oculus Rift y HTC Vive, así como por el sistema independiente más reciente de Facebook, Oculus Quest. El uso de la realidad virtual en salones de clase permite reducir las distracciones y ofrece un nivel de inmersión que ayuda a que los estudiantes creen conexiones entre la materia estudiada y sus propias vidas (Bonner & Reinders, 2018).

Estudios recientes demuestran que aquellos estudiantes que interactúan en línea a través de actividades lingüísticas pueden experimentar una disminución de ansiedad social, e incrementar sus niveles de participación. (Roed, 2003).

En *Impact of Virtual Reality (VR) Experience on Older Adults' Well-Being*, los autores demuestran que las intervenciones en Realidad Virtual para adultos, tiene efectos positivos en el bienestar social y emocional de los participantes, quienes inclusive fueron menos proclives a sentirse deprimidos o aislados socialmente, mostrándose satisfechos e inclinados a continuar usando la tecnología de realidad virtual. (Lin et al., 2018).

Dados los anteriores ejemplos y considerando la accesibilidad de las tecnologías de realidad virtual emergentes, se extrae que no sólo la realidad virtual se puede usar con niños y adultos, sino que puede extrapolarse hacia cualquier sector de la sociedad, y para casi cualquier proyecto, cuya única limitante, es económica debido al precio prohibitivo de la mayoría de los cascos de realidad virtual, cuya inversión requiere de entre 200 a 1500 dólares americanos por periférico.

2.5 Motricidad de los niños

“La psicomotricidad integra las interacciones cognitivas, emocionales, simbólicas y sensorio-motrices en la capacidad de ser y la expresión en un contexto psicosocial determinado. Se divide en psicomotricidad gruesa y fina”. (Salazar & Calero, 2018)

Mendoza (2017) define la motricidad como: “El dominio que el ser humano es capaz de ejercer sobre su propio cuerpo”. Siendo parte integral de él, debido a que intervienen en su totalidad, los sistemas del cuerpo humano. Sin limitarse a una sencilla reproducción de movimientos o gestos, se ven involucrados también, la espontaneidad, creatividad e intuición.

González (2001) comenta: “La motricidad manifiesta todos los movimientos del ser humano. Dichos movimientos determinan el comportamiento motor de las niñas y niños de cero a seis años, que se manifiestan a través de habilidades motrices básicas, que a la vez expresan los movimientos naturales del hombre”.

En las actividades motrices convergen raíces neurofisiológicas y biológicas, permitiendo generar un intercambio de procesos entre el espacio personal y el ambiente exterior de una persona. Schwartzmann (2006) dice que: “Desde la perspectiva de los desafíos que conlleva una educación motriz de calidad se podría señalar que en el acto motriz se conjugan estímulos provenientes del mundo exterior, factores intrínsecos de cada persona y una secuencia de procesos orgánicos vitales”.

2.5.1 Motricidad Fina

Mendoza (2017) afirma que: “Las habilidades motoras finas son los pequeños movimientos que se producen en las manos, muñecas, dedos, pies, dedos de los pies, los labios y la lengua. Se trata de una habilidad fundamental para realizar la mayoría de las actividades escolares. Normalmente al inicio de la educación infantil existen niñas y niños que presentan dificultades al dominar esta habilidad”.

Según Salazar & Calero (2018) “La motricidad implica controlar voluntaria y de manera precisa, los movimientos de las manos y los dedos. Incluye actividades que necesitan precisión y un mayor nivel de coordinación. Se refiere a movimientos realizados por una o varias partes del cuerpo. Involucrando coordinación viso-manual, fonética, motricidad gestual y motricidad facial”.

Narvarte (2007) establece que: “El proceso de enseñanza-aprendizaje de la escritura se inicia con una ejercitación indirecta de la psicomotricidad. La cual comprende actividades que los niños realizan para conocer su esquema corporal, lateralidad, ritmo, orientación espacial y temporal que dan paso a las nociones psico-perceptuales que, a la vez, son necesarias para la escritura”.

2.5.2 Motricidad Gruesa

Mendoza (2017) define la motricidad gruesa como: “La habilidad que un niño adquiere para mover con armonía los músculos del cuerpo, de tal manera que, paulatinamente, mantenga equilibrio en la cabeza, tronco y extremidades, para gatear, sentarse, levantarse, realizar desplazamientos ya sea caminando o corriendo”.

La coordinación se trata de un proceso que es aprendido, regulado y automatizado por el sistema visual y el cerebelo, que proporciona a una persona la habilidad de realizar movimientos haciendo uso de las partes del cuerpo con destreza y armonía, como pueden ser cambios de postura, caminar, correr, saltar entre otros.

(Salazar & Calero, 2018) mencionan que: “La coordinación implica dominio segmentario del cuerpo, no tener temor o inhibición, madurez neurológica, estimulación y ambiente propicio, atención en el movimiento, representación mental e integración progresiva del esquema corporal”.

2.6 Metodologías de Desarrollo

Según Cendejas (2014) “Un modelo para el desarrollo de software es una representación abstracta de un proceso que se puede utilizar para el desarrollo del software. Puede pensarse en los modelos como marcos de trabajo del proceso y que pueden ser adaptados para crear procesos más específicos”. Los modelos más usados son:

- **Modelo en cascada:** Toma en cuenta las tareas esenciales del proceso: especificación, desarrollo, validación y evolución. Representados como períodos separados, siendo ejemplos de esto: especificación de requerimientos, diseño del software, implementación y pruebas.
- **Modelo de desarrollo en espiral:** Combina las labores de especificación, desarrollo y validación. Por lo tanto, se tiene un sistema inicial desarrollado rápidamente partiendo de especificaciones abstractas. Está basado en los requerimientos del cliente para crear un sistema que complazca sus necesidades.
- **Modelo de desarrollo basado en componentes:** Está basado en la presencia de un número explicativo de componentes reutilizables. El proceso de desarrollo se centra principalmente en integrar estos componentes en el sistema.
- **Modelo de desarrollo ágil:** Es un marco de trabajo conceptual que impulsa iteraciones en el desarrollo durante la totalidad del ciclo de vida del proyecto, que busca minimizar riesgos al desarrollar software en periodos de tiempo cortos.

2.6.1 SCRUM

(Menzinsky et al., 2016) definen SCRUM como: “Un modelo de desarrollo ágil caracterizado por”:

- La adopción de una estrategia de desarrollo por incrementos, diferenciándose de la planificación y ejecución total del producto.
- Establecer la calidad de la solución más en el conocimiento implícito de las personas en equipos autoorganizados, que en la calidad de los procesos utilizados.
- A diferencia de realizar las etapas del desarrollo en un ciclo secuencial, solapar las distintas fases del desarrollo.

Scrum fue definido e identificado a inicios de los años ochenta por Ikujiro Nonaka e Hirotaka Takeuchi, luego de examinar el desarrollo de nuevos productos en las empresas de la industria tecnológica como: Canon, Fuji-Xerox, Brother, Epson. (Takeuchi & Nonaka, 1986).

Según Schwaber & Sutherland (2017) “Scrum es un marco de trabajo de procesos que ha sido usado para gestionar el desarrollo de productos complejos desde principios de los años noventa. Scrum no es un proceso o una técnica para construir productos; es un marco de trabajo dentro del cual se pueden emplear varios procesos y técnicas. Scrum muestra la eficacia relativa de las prácticas de gestión de producto y las prácticas de desarrollo”.

“Consiste en: Equipos Scrum y sus roles, eventos, artefactos y reglas asociadas. Cada componente dentro del marco de trabajo sirve a un propósito específico y es esencial para el éxito de Scrum y para su uso. Las reglas relacionan los eventos, roles y artefactos, gobernando las relaciones e interacciones entre ellos”. (Schwaber & Sutherland, 2017)

El marco de trabajo scrum está constituido por:

- Roles (*Roles*):

- El equipo scrum (*Scrum team*).
- El dueño del producto (*Product Owner*).
- El Scrum Máster.

- Artefactos (*Artifacts*):
 - Product backlog.
 - Pila del sprint (*Sprint Backlog*).
 - Incremento.
 - Gráfico de Avance.

- Eventos (*Events*):
 - Sprint.
 - Reunión de planificación del sprint (*Sprint Planning*).
 - Scrum diario (*Daily Scrum*).
 - Revisión del sprint (*Sprint Review*).
 - Retrospectiva del sprint (*Sprint Retrospective*).

“Se denomina sprint a cada ciclo o iteración de trabajo que produce una parte del producto terminada y funcionalmente operativa”. (Menzinsky et al., 2016).

2.6.2 Entregables de Scrum

Los entregables de Scrum se denominan artefactos, los cuales representan el trabajo en distintas formas, las cuales ayudan a proporcionar lucidez y oportunidades de ajuste e inspección. Se diseñaron los artefactos para extender la nitidez de la información significativa, asegurando que la totalidad de los miembros del equipo gocen del mismo entendimiento del artefacto.

2.6.3 Product backlog

El product owner, usando retroalimentación del equipo de trabajo, es el responsable a cargo de establecer y manejar el orden de trabajo e informarlo creando una lista ordenada, llamada *product backlog*. (Rubin, 2013)

Los ítems del product backlog son las características requeridas para satisfacer la visión del product owner. El product backlog o pila del producto es un artefacto que se encuentra en constante evolución, las características son añadidas, eliminadas y revisadas por el dueño del producto según los cambios en las condiciones del negocio o en caso de que el entendimiento por parte del equipo respecto al producto crezca. En el presente proyecto, se tendrá como referente el Product backlog de todos los sprints y las historias de usuario.

2.6.4 Historias de Usuario

Cohn (2004) menciona que: “Las historias de usuario representan brevemente una funcionalidad del programa como la intuye el usuario”. Relatan aquello que el cliente desea que se realice y se redactan usando una o dos frases empleando lenguaje común. Las personas entienden el mundo a través de un pensamiento estructurado, adoptando una narrativa, una historia. Un ejemplo de historia de usuario se observa en la figura 2:

Historia de Usuario	
Número: 1	Usuario: Cliente
Nombre historia: Cambiar dirección de envío	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Baja
Puntos estimados: 2	Iteración asignada: 1
Programador responsable: José Pérez	
Descripción: Quiero cambiar la dirección de envío de un pedido.	
Validación: El cliente puede cambiar la dirección de entrega de cualquiera de los pedidos que tiene pendientes de envío.	

Figura 2: Ejemplo de Historia de Usuario.

Tomado de (Menzinsky et al., 2016, p.77).

Menzinsky et al. (2016) expresan: “Estamos capacitados para comprender personajes, deseos y motivaciones, por tanto, la forma en que más facilidad tenemos para adquirir y retener conocimiento es a través de las historias. Nos metemos dentro de los protagonistas de forma que vivimos como tales la historia que nos cuentan, empatizamos, y hasta a nivel de desarrollador, tomamos decisiones más acertadas”.

Se emplean comúnmente *puntos* para diferenciar las unidades de trabajo, utilizando designaciones como *puntos* o *puntos de historia*. Una unidad “Story Point” es definida como: “la cantidad de trabajo que se realiza en un día ideal”. (Menzinsky et al., 2016).

Cada organización, dependiendo de su norma concreta su medición del trabajo especificando las unidades y el nombre, de manera que pueda precisar su “punto”.

Para valorar la duración de las tareas y el esfuerzo, se usa la serie de Fibonacci, basándose en el hecho de que, aumentando el tamaño de una tarea, el margen de error y la incertidumbre aumentan. De tal manera que el grado de complejidad de las historias, se indicará tomando la secuencia de Fibonacci como dimensión para indicar el puntaje. (Menzinsky et al., 2016).

Por lo general se usan las medidas: 1, 2, 3, 5, 8. Cabe recalcar que un puntaje alto no significa que su valor es mayor a uno bajo, sino que sirve para tener en cuenta el nivel de trabajo requerido para la historia que posea tal puntaje.

Es necesario medir el trabajo, para estimar el esfuerzo y tiempo demandado para realizar una tarea o historia de usuario. Un trabajo puede ser dimensionado tomando como referencia el producto que se construye o el tiempo que cuesta realizar el trabajo.

Menzinsky et al. (2016) comenta: “Aunque todas las historias de usuario puedan ser importantes, es necesario destacar aquellas que den mayor valor al sistema,

por tanto, las historias de usuario deben de estar priorizadas. Estas deben de tener asignadas un valor que intervenga en el sistema de priorización, un valor asignado por el dueño del producto y se basará básicamente en las siguientes variables”:

- Ventajas de implementar una funcionalidad.
- Pérdida o coste que pretenda postergar la implementación de una funcionalidad.
- Riesgos de implementarla.
- Coherencia con los intereses del negocio.
- Diferenciador respecto a productos competidores.

2.6.5 Gráfico de Avance

El *Burn Down Chart* o gráfico de avance sirve de apoyo al equipo durante el scrum diario para validar si el ritmo del desarrollo prospera según lo anticipado y para validar si la entrega del sprint se verá comprometida, como se puede observar en el ejemplo de la figura 3.

Para medir el progreso del proyecto se usan los siguientes principios:

- Medir el trabajo no realizado.
- Seguimiento, si es posible diario del avance.
- Registrar el trabajo pendiente en el eje Y.
- Actualizarse diariamente.

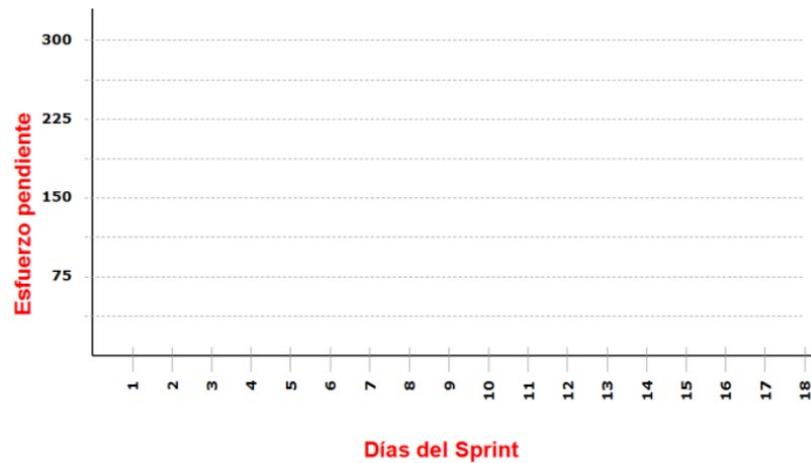


Figura 3: Gráfico de avance.

Tomado de (Menzinsky et al., 2016, p.45).

El equipo sitúa la lista de tareas que va a realizar en la pila del sprint, registrando el esfuerzo pendiente. Siendo responsabilidad de cada miembro del equipo actualizar la pila del sprint con el tiempo restante de las tareas que va efectuando, hasta que el tiempo pendiente se queda en 0. Palacio (2020) agrega: “Con esta información de la pila del sprint se actualiza el gráfico poniendo cada día el esfuerzo pendiente total de todas las tareas que aún no se han terminado. El avance ideal de un sprint estaría representado por la diagonal que reduce el esfuerzo pendiente de forma continua y gradual hasta completarlo el día que termina el sprint”, como se puede observar en el ejemplo de la figura 4.

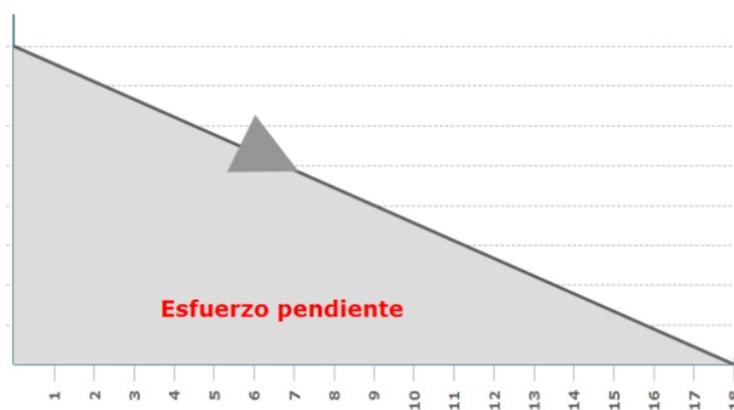


Figura 4: Gráfico de avance, ejemplo de esfuerzo pendiente.

Tomado de (Menzinsky et al., 2016, p.46).

2.6.6 Sprint Planning

Según Palacio (2020) “En la reunión de planificación del sprint, se tienen como base las prioridades y necesidades del cliente, y se determina cuáles y cómo serán las funcionalidades que se incorporarán al producto en el siguiente sprint”.

El scrum máster conduce la reunión, en la cual debe participar el dueño del producto, el equipo de scrum completo y tienen la posibilidad de ingresar quienes estén implicados en el proyecto.

Menzinsky et al. (2016) añaden: “Dependiendo del volumen o complejidad de las historias de usuario que serán incluidas en el siguiente incremento, la reunión puede durar hasta una jornada de trabajo completa”.

La reunión se modula en dos partes de duración similar, buscando responder a dos preguntas:

- ¿Qué se va a entregar al finalizar el sprint?
- ¿Cuál es el trabajo requerido para culminar el incremento, y cómo lo realizará el equipo?

Como entradas se tiene:

- El product backlog.
- El producto desarrollado en los incrementos anteriores.
- El dato del rendimiento del equipo en el último sprint.
- Escenario tecnológico empleado y las circunstancias de las condiciones del negocio.

Los resultados son:

- Sprint backlog.
- Fecha de la reunión de revisión y la duración del sprint.

- Objetivo del sprint.

En la figura 5 se puede observar una ilustración que resume los pasos de la reunión.

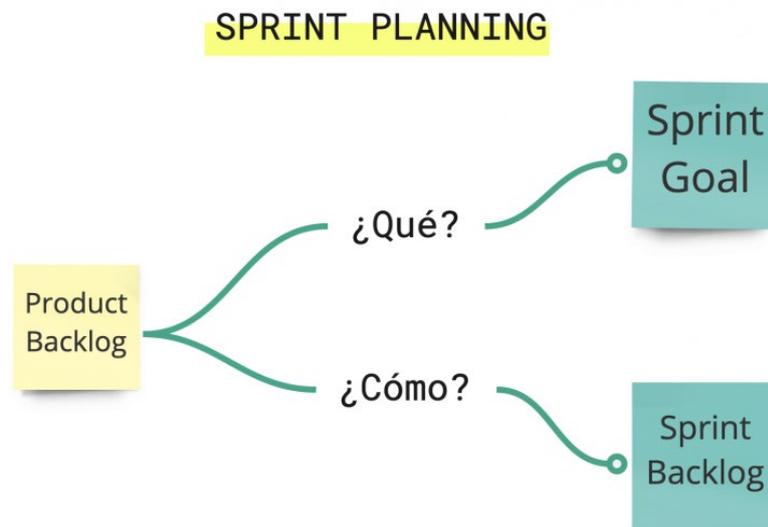


Figura 5: Esquema de la planificación del Sprint.

Tomado de (Deconstruyendo Scrum, s.f).

Configuración de la reunión

- Dicta el inicio del sprint.
- Dura como máximo un día.
- Asisten: Scrum Máster, dueño del producto y el equipo de desarrollo.
- Es una reunión abierta, tienen permitido asistir quienes aporten información útil.
- Está constituida por dos partes, cada una separada por una pausa.

2.6.7 Entregables al finalizar el sprint

2.6.7.1 Preparación del product backlog

Conformado por actividades de detalle, priorización y estimación de los elementos que conforman el product backlog, se denomina preparación al proceso realizado de forma puntual, colaborativa y perpetua entre el equipo de desarrollo y el product owner. Es importante que la preparación no tome más de diez por ciento de la capacidad de trabajo del equipo. (Menzinsky et al., 2016).

2.6.7.2 Formato del product backlog

La pila del producto o product backlog es una herramienta de información para el equipo, no es un documento de requerimientos. La información que como mínimo se incluye por historia de usuario es:

- Un identificador único por historia.
- Prioridad.
- Detalle descriptivo por historia de usuario.
- Estimación del esfuerzo necesario.

En la figura 6 se divisa un ejemplo del formato del product backlog.

Id	Prioridad	Descripción	Est.
1	Muy alta	Plataforma tecnológica	30
2	Muy Alta	Interfaz de usuario	40
3	Muy Alta	Un usuario se registra en el sistema	40
4	Alta	El operador define el flujo y textos de un expediente	60
5	Alta	xxx	999

Figura 6: Ejemplo de Product backlog.

Tomado de (Menzinsky et al., 2016, p.24).

Dependiendo de las características del equipo o proyecto, es posible añadir información como:

- Criterios de confirmación.
- Observaciones.
- Recurso personal asignado.
- Número de sprint.
- Módulo de pertenencia.

Para liberar el sprint, el product backlog es presentado por el product owner, expone las historias de usuario que considera tienen la prioridad más alta y que se podrán desarrollar en la siguiente iteración. En caso de existir cambios en el product backlog, el dueño del producto procede a exponer las razones de estos cambios. Al final del sprint, el objetivo es garantizar que el equipo sea capaz de comprender con suficiente nivel de detalle el trabajo de la iteración. (Menzinsky et al., 2016).

El dueño del producto:

- Exhibe historias de usuario que estima se pueden realizar en el sprint y gozan de mayor prioridad.
- La exposición debe ser detallada lo suficiente para transferir por completo al equipo la información que necesiten para realizar el incremento.

El equipo:

- Solicita las aclaraciones necesarias y realiza preguntas.
- Propone soluciones, modificaciones y elabora sugerencias.

Luego de ordenar y replantear las historias del product backlog, el equipo debe definir el objetivo del sprint, el cual sintetiza el valor que se le entregará al cliente. Los miembros del equipo son los encargados de establecer qué tareas sucederán durante los días iniciales del sprint y se las asignan entre sí, usando una distribución homogénea del trabajo, sus intereses y conocimientos.

Menzinsky et al. (2016) añaden: “En esta reunión del equipo, deben estar todos sus miembros, para que sean ellos los que descompongan, estimen, y asignen el trabajo. El dueño del producto atiende a dudas y comprueba que el equipo comparte y comprende su objetivo. El Scrum máster es quien actúa como moderador de la reunión”.

2.6.8 Como liberar el sprint

Mediante una reunión de revisión, al final del sprint para comprobar el incremento. Con un máximo de cuatro horas si se trata de sprints largos, con una o dos horas de duración suele ser suficiente. (Menzinsky et al., 2016).

- Asisten las personas relacionadas con el proyecto, incluyendo el Scrum Master, el product owner y la totalidad del equipo de desarrollo.
- Pueden asistir programadores y otros ingenieros de la empresa para conocer acerca de la tecnología adoptada.
- El product owner valida el avance del sistema y reconoce las historias de usuario consideradas “hechas” y aquellas que no lo están.
- Al probar el incremento, el equipo y el product owner obtienen retroalimentación sobresaliente para inspeccionar el product backlog, como información que sirva para optimizar el valor del producto.
- Al terminar la revisión, se realiza el llamado a la reunión del posterior sprint.

Esta reunión es netamente informativa, no forma parte de las decisiones del incremento o la toma de decisiones. Una vez que se ha obtenido la información, el product owner concertará las modificaciones potenciales que pueda realizar sobre el enfoque del producto. (Menzinsky et al., 2016).

Formato de la reunión

- Se presenta la lista de funcionalidades desarrolladas y el objetivo del sprint.
- El equipo muestra el funcionamiento de las partes construidas y realiza una introducción general del sprint.
- Se efectúa una ronda de preguntas y sugerencias, que sirve para obtener información, de manera que el equipo y el product owner mejoren el enfoque del producto.
- La fecha de la reunión de preparación del siguiente sprint es acordada por el Scrum Máster.

2.7 Entornos de desarrollo 3D

A través de un computador no sólo se pueden crear imágenes estáticas, sino que existe la posibilidad de construir entornos virtuales, en los que el usuario puede navegar, percibir y realizar acciones guiado por algoritmos de inteligencia artificial. (Qiu & Yuille, 2016).

Los entornos de desarrollo fueron creados a partir del aumento en la complejidad de la escritura de código. Permiten que un programador trabaje sobre un sistema que simplifica los procesos, y que unifica el control y acceso a los archivos y librerías de un proyecto. (Munárriz, 2015).

Un entorno de desarrollo tridimensional tiene mayores semejanzas con una aplicación de modelado que con un entorno de programación, ya que presenta una pantalla dividida en vistas correspondientes a los tres ejes X, Y, Z, una cámara y una muy amplia librería de elementos sonoros y gráficos. Añade la posibilidad de probar el funcionamiento de un proyecto en cualquier etapa del desarrollo. (Munárriz, 2015).

Un entorno de desarrollo 3D se define como, un espacio de construcción y pruebas de ambientes virtuales, que permite la inmersión en estos espacios, facilitando su creación y depuración.

En la actualidad existen múltiples entornos de desarrollo tridimensional, que se diferencian entre sí, debido al lenguaje de programación usado, a las licencias de uso y a su precio, destacando aquellos que permiten realizar desarrollos sin costo y con ciertos límites comerciales.

Los entornos 3D que gozan de mayor popularidad entre desarrolladores profesionales y entusiastas por igual son: Unity y Unreal Engine. Su notoriedad está marcada no sólo por todos los casos de éxito realizados con ellos, sino por la relativa facilidad con la que un desarrollador novato puede crear un ambiente virtual desde cero. La principal razón de la notoriedad de estos editores está relacionada con su rápida implementación de librerías de Realidad Virtual cuando fueron liberadas, lo que convierte a estos entornos 3D en los preferidos para realizar un proyecto de Realidad Virtual.

2.7.1 Unity

Es una colección de herramientas creadas para facilitar el trabajo en las distintas partes de un videojuego como, físicas, gráficos, animaciones y la inteligencia artificial. Unity ha tenido una gran adopción por parte de empresas y usuarios debido a las siguientes características. (Castro et al., 2017)

- Gratuidad, la licencia de Unity ofrece todas sus opciones para cualquier desarrollador y estudio independiente, con un plan de precios escalable según el volumen de las ventas anuales. Haciendo de Unity una herramienta accesible y que se adapta a las necesidades de quien desee usar el motor.
- Multiplataforma, Unity puede ejecutarse en los tres sistemas principales de sobremesa, permite desarrollar para dichos sistemas operativos, además de las principales consolas del mercado, ampliándose a televisores inteligentes y dispositivos de realidad virtual.

- Servicios, los servicios adicionales proporcionados por Unity ofrecen ayuda en las distintas fases del negocio en un videojuego, tal como *Unity Ads* que añade publicidad en dispositivos móviles, *Unity Analytics* facilita la captura de datos sobre la interacción de los usuarios, y *Unity Networking* que ofrece la infraestructura necesaria para el juego en línea.

2.7.2 Unreal Engine

Presenta un sistema visual de scripting llamado Blueprints, el cual es amigable de cara a usuarios con poca o nula experiencia en programación. Posee un gran soporte frente al desarrollo multiplataforma, de la misma manera permite realizar trabajos proyectados hacia las principales consolas y sistemas de sobremesa del mercado actual, entre sus principales características destacan. (Nilsson, 2019).

- Renderizada foto realista en tiempo real.
- Emisión de niveles, cargar y descargar archivos de mapas, permite dividir los escenarios en pequeñas partes.
- Soporte para 2D y 3D.
- Renderizado basado en físicas.

Capítulo 3. Estado del Arte.

En el capítulo presentado a continuación se observan los datos recopilados y un estudio acerca de los proyectos existentes respecto a realidad virtual usada en conjunto para apoyar la motricidad en niños. Se realiza una exploración de tres estudios destacados que han usado la tecnología de realidad virtual para buscar si es aceptable usarla con niños y en especial para validar su uso respecto a la motricidad.

3.1 Aplicaciones de la Realidad Virtual para el apoyo al desarrollo de la motricidad.

Los autores, Cabrera e Hidalgo en su publicación *Serious game to improve fine motor skills using Leap Motion*. Han creado un juego de tres niveles utilizando un Leap Motion Controller, para verificar si la motricidad de los niños puede ser reforzada usando tecnología de Realidad Virtual y un entorno tridimensional. El juego posee seis figuras distintas, un cóndor, un robot, una muñeca, un balón, dos esferas de distintos colores, tres cubos y un cilindro. En el estudio participaron veinte niños y ocho niñas, todos de aproximadamente 5 años. Para validar los resultados, los autores usaron entrevistas de trece preguntas, avaladas por un grupo multidisciplinario compuesto por un psicólogo, un doctor, un antropólogo y un ingeniero en sistemas, garantizando así que el lenguaje sea comprensible para el nivel cognitivo de niños de 5 a 7 años. (Cabrera Hidalgo et al., 2018). En la figura 7, se puede observar el funcionamiento en general del juego mencionado anteriormente.

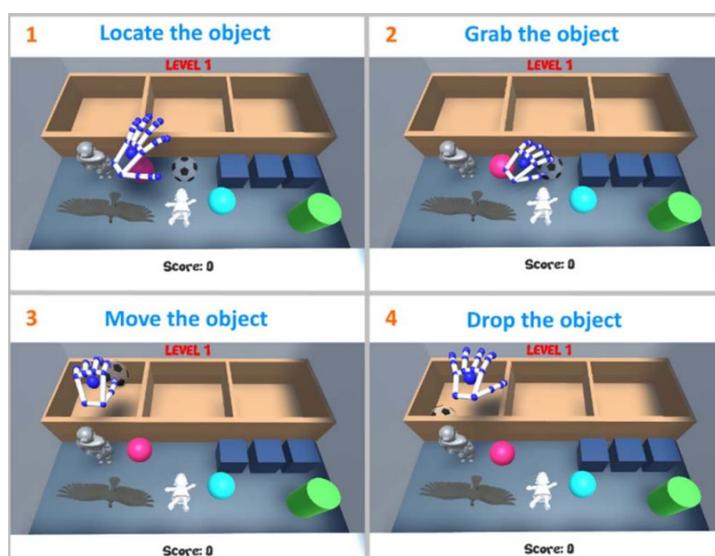


Figura 7. Funcionamiento del juego.

Tomado de (Cabrera Hidalgo et al., 2018, p.3).

Los autores remarcan que los avatares de cóndor, muñeca y balón son predominantes entre las niñas. Mientras que en el grupo de niños la preferencia se da por el robot y el oso de peluche.

Como resultado del estudio, los autores indican que, las niñas y niños de 5 a 7 años presentaron una respuesta altamente positiva a la sujeción de la mano dentro del juego, además sugieren expandir los niveles de dificultad de la aplicación, e incluso que podría ser adaptado para adultos mayores con problemas de motricidad fina.

Otro de los trabajos de realidad virtual es *Immersive Virtual System Based on Games for Children's Fine Motor Rehabilitation*, en el cual los autores combinan el uso de un entorno de tres dimensiones, con cascos de realidad virtual Oculus Rift y un Leap Motion Controller, consiguiendo que los usuarios se familiaricen en un ambiente seguro y además se motiven a usarlo. En uno de sus escenarios, los autores utilizan una serie de figuras y colores, para hacer que los niños las clasifiquen por color. (Pruna et al., 2018). El escenario se puede observar en la figura 8.

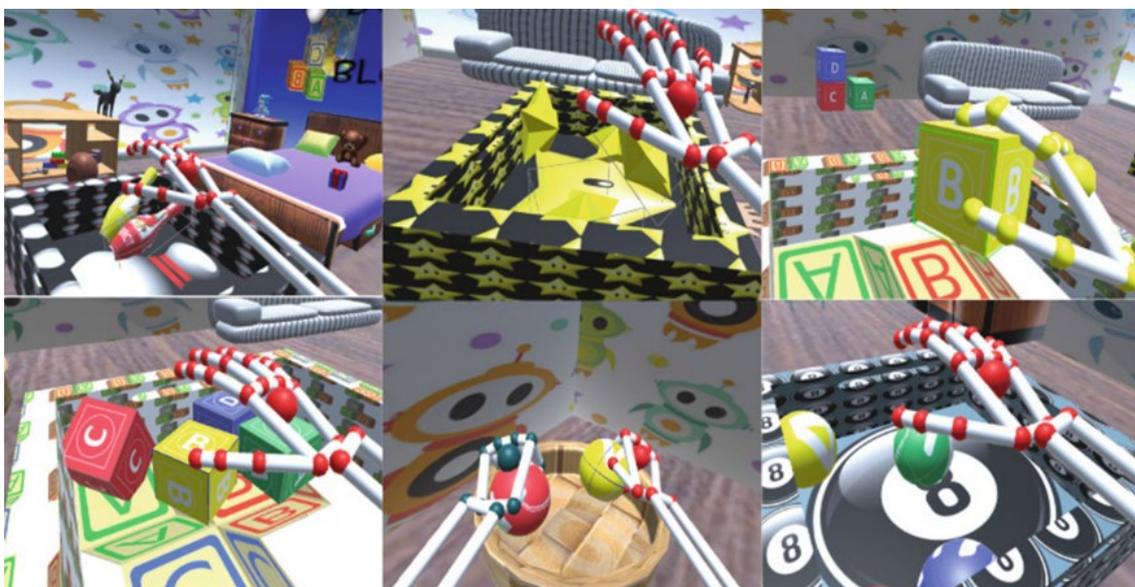


Figura 8. Distintos niveles del juego.
Tomado de (Pruna et al., 2018, p.38).

En las pruebas realizadas con cinco niños cuyas edades oscilaban entre 5 y 14 años, se resalta que dos tipos de movimientos realizados al agarrar los objetos ayudan a mejorar la motricidad fina. Esta actividad se puede observar en la figura 9.

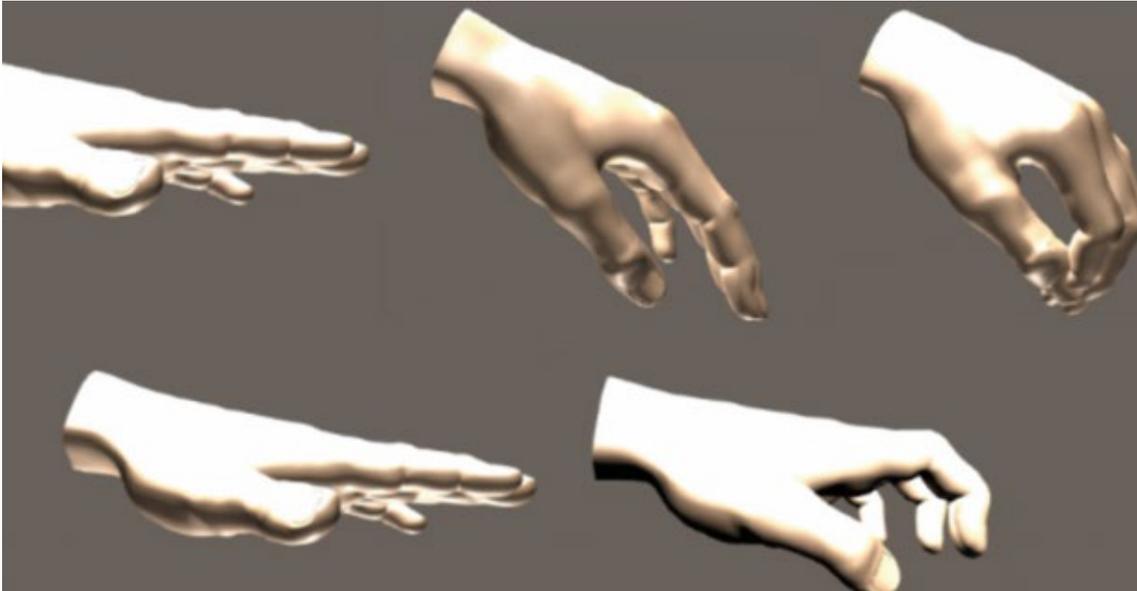


Figura 9. Movimientos realizados al agarrar un objeto dentro del juego.
Tomado de (Pruna et al., 2018, p.39).

Como resultado del estudio, los autores destacan que el sistema es de fácil uso, y puede considerarse válido para rehabilitación.

Otro proyecto de realidad virtual llamado *ExerCaveRoom: A Technological Room for Supporting Gross and Fine motor Coordination of Children with Developmental Disorders*, demuestra el uso de la tecnología Kinect para elaborar un ambiente en donde los niños sean capaces de desarrollar su motricidad fina y gruesa, haciendo uso de varias actividades interactivas e inmersivas. En donde los niños pueden interactuar con el entorno a través de tecnologías *wearable*, cada sesión consiste en una rutina personalizada de ejercicios y actividades para ayudar distintas áreas de la coordinación motriz, como por ejemplo un entorno en donde el usuario usa sus brazos para seguir una guía para llevar un perro

Se culmina el análisis realizando un cuadro resumen, haciendo énfasis en los puntos principales explorados en cada estudio, cobrando relevancia aquellos que trabajaron en la motricidad de niños usando tecnologías de realidad virtual. En la tabla 1 se pueden observar los datos recabados.

Tabla 1

Comparativa entre estudios previos y el presente proyecto

	Motricidad Fina	Motricidad Gruesa	Trabajo con niños	Usa sensores externos	Rastreo de manos
Serious game to improve fine motor skills using Leap Motion	SI	NO	NO	NO	SI
Immersive Virtual System Based on Games for Children's Fine Motor Rehabilitation	SI	NO	NO	NO	SI
ExerCaveRoom: A Technological Room for Supporting Gross and Fine motor Coordination of Children with Developmental Disorders	SI	SI	NO	NO	NO

El presente trabajo se enfoca en apoyar la motricidad en niños en edades de 4 a 6 años, usando un visor de realidad virtual con sensores incorporados los cuales permiten detectar el cuerpo del usuario y sus manos.

Capítulo 4. Metodología de desarrollo

En el presente capítulo se encuentra el desarrollo usando la metodología descrita en el capítulo anterior, empezando por la planificación, detallando cada parte del desarrollo, hasta llegar a los primeros entregables que sirven como respaldo. Primero, se define el product backlog, además de las entradas y salidas necesarias en cada iteración. A continuación, se explora la lista de los sprints. Luego, se estudia cada uno de los sprints, justificando las reuniones y los entregables. Este capítulo, permite comprender el formato y estructura de los documentos de respaldo.

4.1 Arquitectura del proyecto

En la arquitectura del proyecto se tiene en consideración sus dos principales componentes, el entorno virtual y el visor de Realidad Virtual que permite interactuar con el ambiente virtual, el casco procesa el escenario con la ayuda del Motor de realidad virtual de Unity. El programa es instalado dentro del *Head Mounted Display* y una vez que el usuario se coloca el visor *Oculus Quest* y los *Touch Controllers*, entonces con la ayuda del *Unity VR Engine* se procesa la escena creada, junto con los sonidos y detección de colisiones según la programación de proyecto. Esta arquitectura es mostrada en la figura 12.

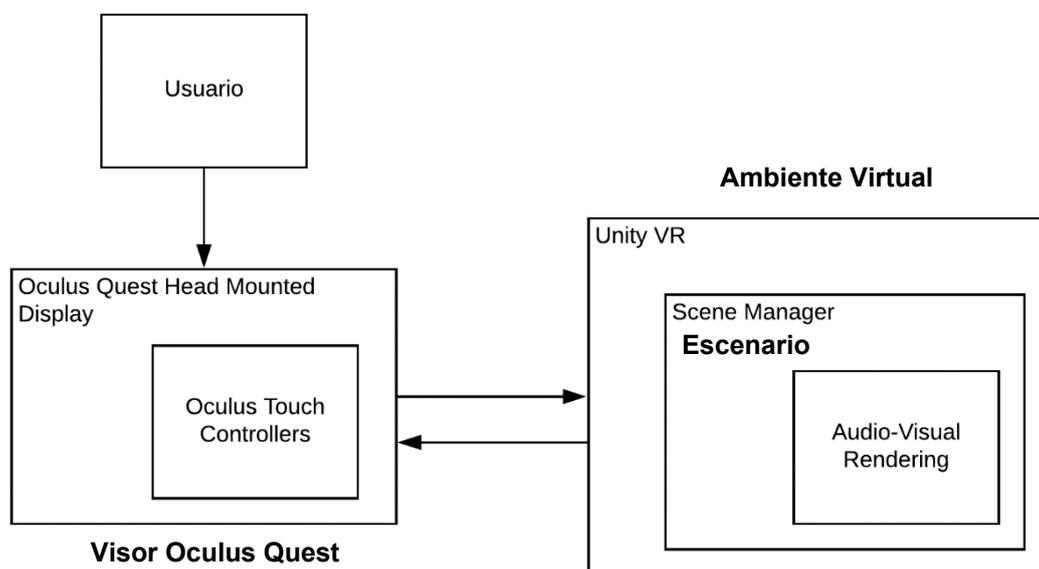


Figura 12: Diagrama de arquitectura del proyecto

4.2 Product backlog

Luego de realizada una reunión con Lucía Jannet Torres, docente de Educación Inicial Bilingüe de la Universidad de las Américas, se decidió crear dos escenarios para niños en los rangos de edad de 4 a 5 y 5 a 6 años, permitiendo así refinar las historias de usuario; se recopila todo en el *product backlog* que se observa en la tabla 2 a continuación.

Tabla 2.

Product Backlog del proyecto.

Id	Prioridad	Descripción	Esfuerzo
1	Alta	Escenario para niños de 4 a 5 años	8
2	Media	Pared selectora de colores	5
3	Media	Guías visuales dentro del escenario	3
4	Media	Sonidos guías	3
5	Media	Colocar juguetes en contenedores de acuerdo con su forma	3
6	Media	No encuentro contenedor	3
7	Media	Cambiar tamaño de las figuras	2
8	Media	Cambiar color de las figuras	3
9	Alta	Escenario para niños de 5 a 6 años	8
10	Media	Palabras varias	5
11	Media	Pared de números	5
12	Media	Pizarra de sumas	5
13	Media	Guías visuales dentro del escenario	3
14	Media	Sonidos guías	3
15	Media	Cambiar tamaño de las figuras	2

4.3 Lista de sprint

Para realizar cada sprint, se toman en cuenta los dos escenarios definidos en el product backlog, la prioridad de cada historia de usuario y sobre todo el esfuerzo medido para ejecutar las tareas, por lo cual el proyecto se divide en dos sprints, uno por ambiente virtual, cuya duración será de 4 semanas cada uno.

4.3.1 Primer Sprint

El primer sprint que tendrá una duración de 4 semanas debido al esfuerzo requerido para ejecutarlo consta de 8 historias de usuario como se puede observar en la tabla 3.

Tabla 3.

Sprint backlog

Sprint	Nombre	Número de Historia	Estado
1	Escenario para niños de 4 a 5 años	1	Completa

1	Pared selectora de colores	2	Completa
1	Guías visuales dentro del escenario	3	Completa
1	Sonidos guías	4	Completa
1	Colocar juguetes en contenedores de acuerdo con su forma	5	Completa
1	No encuentro contenedor	6	Completa
1	Cambiar tamaño de las figuras	7	Completa
1	Cambiar color de las figuras	8	Completa

Luego del análisis de las historias de usuario y el product backlog, se desarrollarán dos historias por semana priorizando las que requieran mayor esfuerzo. Las historias por desarrollar durante este sprint se pueden observar en las tablas desde la 4 a la 11.

El objetivo del sprint será el garantizar el acceso e interacción del usuario con el entorno virtual.

Tabla 4.

Historia de usuario: Escenario para niños de 4 a 5 años.

Historia de Usuario	
Número: 1	Usuario: Niño
Nombre historia: Escenario para niños de 4 a 5 años.	
Prioridad: Alta	Riesgo en desarrollo: Baja
Puntos estimados: 8	Iteración asignada: 1
Programador responsable: Steward Solano	
Descripción:	
<p><i>Como</i> niño <i>quiero</i> mover mis manos y brazos <i>para</i> ingresar en el sistema y poder interactuar con el ambiente virtual.</p>	
Criterio de aceptación:	
<ol style="list-style-type: none"> Dado que ingreso a la aplicación y cuando me encuentro en el escenario entonces veo un piso de madera y 4 paredes que delimitan el escenario con papel tapiz de nubes. Dado el ingreso al escenario y cuando me acerco por completo a las paredes entonces no puedo atravesarlas. 	

3. **Dado** el ingreso al escenario y **cuando** me dirijo hacia la esquina izquierda **entonces** veo 7 juguetes en forma de oso, auto, estrella, robot, soldado, cerdo, balón.
4. **Dado** el ingreso al escenario y **cuando** me dirijo hacia la esquina derecha **entonces** veo 4 formas geométricas: un cubo, pirámide, cilindro, esfera.
5. **Dado** el ingreso al escenario y **cuando** me dirijo hacia la pared lateral izquierda **entonces** observo contenedores en forma de todas las figuras antes descritas, en donde dichas figuras pueden ser colocadas.
6. **Dado** el ingreso al escenario y **cuando** me acerco a las figuras **entonces** puedo levantarlas usando las dos manos.

Tabla 5.

Historia de usuario: Pared selectora de colores.

Historia de Usuario	
Número: 2	Usuario: Niño
Nombre historia: Pared selectora de colores	
Prioridad: Media	Riesgo en desarrollo: Baja
Puntos estimados: 5	Iteración asignada: 1
Programador responsable: Steward Solano	
Descripción:	
<p><i>Como</i> niño <i>quiero</i> cambiar el color de las figuras del escenario <i>para</i> utilizar mis dedos y moverme dentro del ambiente virtual.</p>	
Criterio de aceptación:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Dado que me encuentro en el escenario y cuando me acerco a la pared derecha entonces veo una paleta con los 6 colores primarios. 2. Dado que me acerco a la pared izquierda y cuando veo la paleta de colores entonces observo una mesa. 3. Dado que tenga una figura en la mano y cuando la coloque en la mesa entonces acercándome a la paleta, selecciono el color con mis manos. 	

4. **Dado** que he seleccionado el color y **cuando** la figura se encuentre en la mesa **entonces** el color de la figura cambia según mi selección.

Tabla 6.

Historia de usuario: Guías visuales dentro del escenario.

Historia de Usuario	
Número: 3	Usuario: Niño
Nombre historia: Guías visuales dentro del escenario.	
Prioridad: Media	Riesgo en desarrollo: Baja
Puntos estimados: 3	Iteración asignada: 1
Programador responsable: Steward Solano	

Descripción:

Como niño *quiero* poder guiarme dentro del escenario *para* poder realizar las actividades.

Criterio de aceptación:

1. **Dado** que me encuentro en el escenario y **cuando** miro al frente **entonces** veo vídeos que me indican como realizar las actividades del escenario.
2. **Dado** que me encuentro en el escenario y **cuando** miro al frente **entonces** veo un rótulo que me indica como sujetar una figura.
3. **Dado** que me encuentro en el escenario y **cuando** miro a la izquierda **entonces** veo un rótulo que me indica como agrandar o achicar las figuras.
4. **Dado** que me encuentro en el escenario y **cuando** miro al piso **entonces** veo flechas que me muestran hacia dónde ir.
5. **Dado** que me encuentro en el escenario y **cuando** miro hacia la pared derecha **entonces** veo un rótulo con la palabra "Colores".
6. **Dado** que me encuentro en el escenario y **cuando** miro a la pared del fondo **entonces** veo un rótulo que me indica como colocar las figuras en sus contenedores.

Tabla 7.

Historia de usuario: Sonidos guías.

Historia de Usuario	
Número: 4	Usuario: Niño
Nombre historia: Sonidos guías.	
Prioridad: Media	Riesgo en desarrollo: Baja
Puntos estimados: 3	Iteración asignada: 1
Programador responsable: Steward Solano	
Descripción:	
<p><i>Como niño quiero escuchar sonidos para que me indiquen si me equivoco o acierto en las actividades del escenario.</i></p>	
Criterio de aceptación:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Dado que me encuentro en el escenario y cuando levanto una figura entonces escucho un sonido que indica que se levantó la figura. 2. Dado que me encuentro en la paleta de colores y cuando toco con mis manos un color entonces se reproduce un sonido nombrando el color elegido. 3. Dado que tengo una figura en mis manos y cuando arrojo la figura hacia cualquier lado entonces escucho un sonido indicando error. 4. Dado que tengo una figura en mis manos y cuando la coloco en un contenedor con la forma de la figura, entonces se reproduce un sonido indicando que acerté. 5. Dado que tengo una figura en mis manos y cuando la intento colocar en un contenedor con forma diferente a la figura que tengo en mis manos, entonces se reproduce un sonido indicando que me equivoqué. 	

Tabla 8.

Historia de usuario: Colocar juguetes en contenedores de acuerdo con su forma

Historia de Usuario	
Número: 5	Usuario: Niño

Nombre historia: Colocar juguetes en contenedores de acuerdo con su forma

Prioridad: Media

Riesgo en desarrollo: Baja

Puntos estimados: 3

Iteración asignada: 1

Programador responsable: Steward Solano

Descripción:

Como niño quiero guardar las figuras en un contenedor de su misma forma para mover mis brazos y dedos.

Criterio de aceptación:

1. **Dado** que me encuentro en el escenario y **cuando** tengo una figura en mis manos **entonces** veo que existen 11 contenedores en forma de todos los objetos del escenario.
2. **Dado** que me encuentro en el escenario y **cuando** levanto una figura **entonces** puedo colocarla en un contenedor con su misma forma.

Tabla 9.

Historia de usuario: No encuentro contenedor

Historia de Usuario

Número: 6

Usuario: Niño

Nombre historia: No encuentro contenedor

Prioridad: Media

Riesgo en desarrollo: Baja

Puntos estimados: 3

Iteración asignada: 1

Programador responsable: Steward Solano

Descripción:

Como niño quiero saber qué pasa cuando no encuentro los contenedores para cambiar de actividad o comenzar de nuevo.

Criterio de aceptación:

1. **Dado** que tengo una figura en mis manos y **cuando** quiero colocarlo en un contenedor y no lo encuentro **entonces** se muestra un contador indicando que tengo 10 segundos para colocar la figura en su respectivo contenedor.

2. **Dado** que pasen los 10 segundos y **cuando** tenga la figura en mis manos **entonces** la figura desaparece de mis manos.

Tabla 10.

Historia de usuario: Cambiar tamaño de las figuras.

Historia de Usuario	
Número: 7	Usuario: Niño
Nombre historia: Cambiar tamaño de las figuras	
Prioridad: Media	Riesgo en desarrollo: Baja
Puntos estimados: 2	Iteración asignada: 1
Programador responsable: Steward Solano	
Descripción:	
<p><i>Como</i> niño <i>quiero</i> poder agrandar o achicar las figuras <i>para</i> usar mis dedos dentro del ambiente virtual.</p>	
Criterio de aceptación:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Dado que tengo una figura en mis manos y cuando quiero cambiarle su tamaño entonces puedo usar los dedos índices y pulgar para agrandar o achicar la figura. 	

Tabla 11.

Historia de usuario: Cambiar color de las figuras.

Historia de Usuario	
Número: 8	Usuario: Niño
Nombre historia: Cambiar color de las figuras	
Prioridad: Media	Riesgo en desarrollo: Baja
Puntos estimados: 3	Iteración asignada: 1
Programador responsable: Steward Solano	

Descripción:

Como niño *quiero* poder cambiar el color de las figuras *para* aprender los 6 colores primarios.

Criterio de aceptación:

1. **Dado** que me encuentre en el escenario y **cuando** levanto una figura **entonces** puedo cambiarle su color desde la pared de colores.
2. **Dado** que me encuentre en la pared de colores frente a la mesa y **cuando** levanto la figura **entonces** se reproduce un sonido indicando el color de la figura.

4.3.1.1 Scrum diario

Durante cada scrum diario realizado durante las semanas de trabajo se decide que tarea realizar primero, para desarrollar las historias de usuario de manera ordenada, basándose en el esfuerzo que cada una presenta, tomando como principal aquella historia que tenga un puntaje de 5 a 8.

4.3.1.2 Revisión del sprint

Como se puede observar en las figuras 13 a la 15 al cerrar el sprint se cuenta con un prototipo del escenario requerido en las historias de usuario del primer sprint.

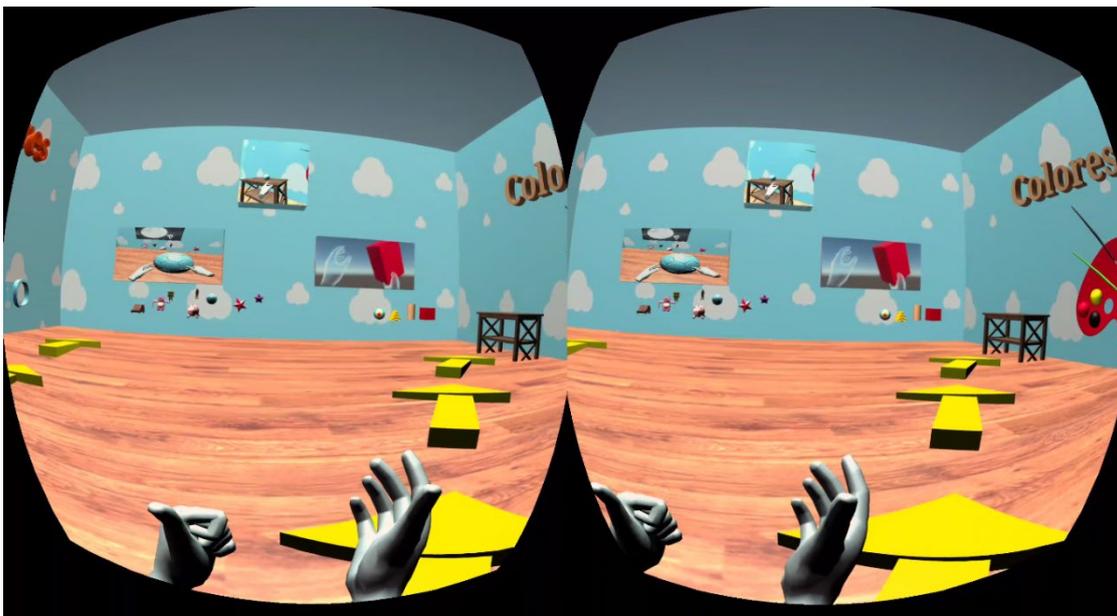


Figura 13: Escenario correspondiente a la historia de usuario 1.

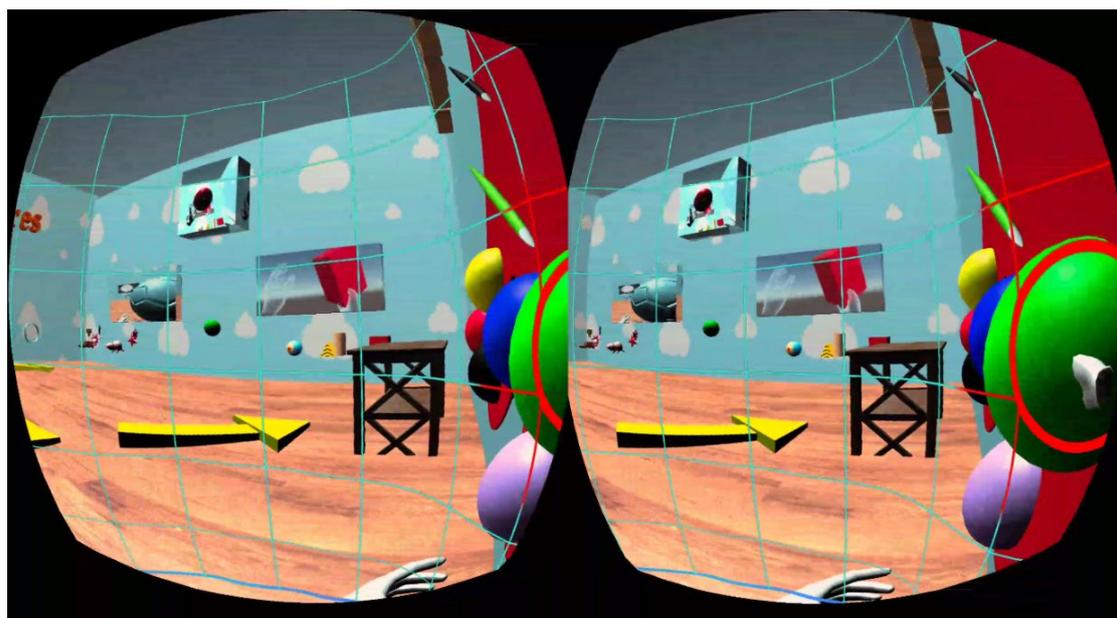


Figura 14: Ejemplo de cambio de color.



Figura 15: Ejemplo de uso de los contenedores.

4.3.1.3 Burn down chart

Al finalizar el sprint, el gráfico de avance muestra cómo se desarrolló el sprint frente a la planificación planteada como se puede observar en la figura 16.

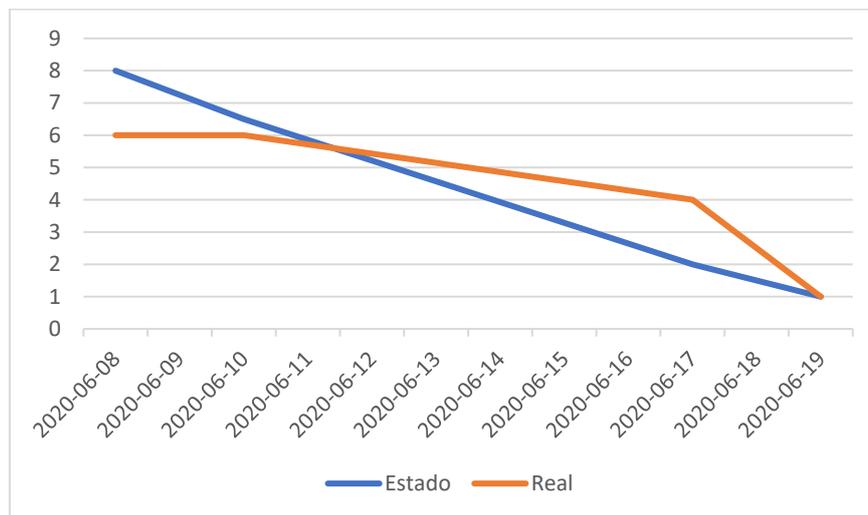


Figura 16: Gráfico de avance al finalizar el sprint.

4.3.1.4 Retrospectiva del sprint

Una vez finalizado el sprint, se realiza una revisión general de todo lo acontecido durante el desarrollo, destacando los aciertos y potenciales omisiones realizadas durante el sprint, se evidencia que el tiempo planteado para desarrollar las tareas de diseño de los objetos tridimensionales fue muy corto respecto al tiempo que tomó crearlos. El control de eventos para los mandos de los visores presentó un reto debido a su integración con el editor Unity.

4.3.2 Segundo Sprint

El segundo sprint que tendrá una duración de dos semanas debido al esfuerzo requerido para ejecutarlo consta de 6 historias de usuario como se puede observar en la tabla 12.

Tabla 12.

Sprint backlog

Sprint	Nombre	Número de Historia	Estado
2	Escenario para niños de 5 a 6 años	9	Completa
2	Palabras varias	10	Completa
2	Pared de números	11	Completa
2	Pizarra de sumas	12	Completa
2	Guías visuales dentro del escenario	13	Completa
2	Sonidos guías	14	Completa
2	Cambiar tamaño de las figuras	15	Completa

Luego del análisis de las historias de usuario y el product backlog, se desarrollarán tres historias por semana priorizando las que requieran mayor esfuerzo. Las historias por desarrollar durante este sprint se pueden observar en las tablas desde la 13 a la 19.

Se plantea como objetivo del sprint número dos permitir que el usuario acceda al escenario haciendo uso de los visores de realidad virtual.

Tabla 13.

Historia de usuario: Escenario para niños de 5 a 6 años.

Historia de Usuario

Número: 9	Usuario: Niño
------------------	----------------------

Nombre historia: Escenario para niños de 5 a 6 años.

Prioridad: Alta	Riesgo en desarrollo: Baja
------------------------	-----------------------------------

Puntos estimados: 8	Iteración asignada: 2
----------------------------	------------------------------

Programador responsable: Steward Solano
--

Descripción:

Como niño quiero mover mis manos y brazos para ingresar en el sistema y poder interactuar con el ambiente virtual.

Criterio de aceptación:

1. **Dado** que ingreso a la aplicación y **cuando** me encuentro en el escenario **entonces** veo un piso de madera y 4 paredes que delimitan el escenario con papel tapiz de animales.
2. **Dado** el ingreso al escenario y **cuando** me acerco por completo a las paredes **entonces** no puedo atravesarlas.
3. **Dado** el ingreso al escenario y **cuando** me dirijo hacia la esquina izquierda **entonces** veo una pared que tiene tres palabras, avión, elefante, oso.
4. **Dado** el ingreso al escenario y **cuando** me dirijo hacia la esquina derecha **entonces** veo una pared que me permite seleccionar los números del 0 al 9.
5. **Dado** el ingreso al escenario y **cuando** me dirijo hacia la pared frontal **entonces** observo 15 bloques en forma de prisma rectangular y de 2 tamaños, un normal y un grande, el tamaño normal de los bloques debe ser un tercio del tamaño de un niño de 5 años.
6. **Dado** el ingreso al escenario y **cuando** me acerco a las figuras **entonces** puedo levantarlas usando las dos manos.

Tabla 14.

Historia de usuario: Palabras varias.

Historia de Usuario

Número: 10	Usuario: Niño
-------------------	----------------------

Nombre historia: Palabras varias

Prioridad: Media

Riesgo en desarrollo: Baja

Puntos estimados:

Iteración asignada: 2

Programador responsable: Steward Solano

Descripción:

Como niño quiero seleccionar tres palabras para poder compararlas con su figura.

Criterio de aceptación:

1. **Dado** que me encuentro en el escenario y **cuando** me acerco a la pared izquierda **entonces** veo tres palabras, avión, elefante, oso.
2. **Dado** que me acerco a la pared izquierda y **cuando** me muevo hacia el frente **entonces** veo 3 figuras de un avión, un elefante y un oso.
3. **Dado** que me acerco a las figuras y **cuando** miro bajo ellas **entonces** veo un prisma rectangular bajo cada figura que sirve como pizarra.

Tabla 15.

Historia de usuario: Pared de números.

Historia de Usuario

Número: 11

Usuario: Niño

Nombre historia: Pared de números

Prioridad: Media

Riesgo en desarrollo: Baja

Puntos estimados: 5

Iteración asignada: 2

Programador responsable: Steward Solano

Descripción:

Como niño quiero seleccionar varios números para realizar operaciones matemáticas básicas.

Criterio de aceptación:

1. **Dado** que me encuentro en el escenario y **cuando** me acerco a la pared derecha **entonces** veo una esfera en la parte baja de la pared.
2. **Dado** que me acerco a la pared derecha y **cuando** veo la esfera y la presiono con mis manos **entonces** se despliegan los números del 0 al 9, sobre la pared y en la parte izquierda se observa una pizarra con una operación de suma.
3. **Dado** que me acerco a la pared de números y **cuando** levanto un número con mis manos entonces **escucho** el número seleccionado.
4. **Dado** que muevo los números indicados en la pizarra y **cuando** los coloco en la pizarra **entonces** se muestra la respuesta en forma de número y se escucha el nombre del número.
5. **Dado** que completo correctamente la suma y cuando se haya reproducido el sonido de la respuesta **entonces** se despliega otra suma.

Tabla 16.

Historia de usuario: Pizarra de sumas.

Historia de Usuario	
Número: 12	Usuario: Niño
Nombre historia: Pizarra de sumas	
Prioridad: Media	Riesgo en desarrollo: Baja
Puntos estimados: 5	Iteración asignada: 2
Programador responsable: Steward Solano	
Descripción:	
<p><i>Como</i> niño <i>quiero</i> usar los números del escenario <i>para</i> realizar tres sumas usando números del 0 al 9.</p>	
Criterio de aceptación:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Dado que me acerco a la pared derecha y cuando coloco mis manos sobre la esfera que ahí se encuentra entonces se muestran números del 0 al nueve y una pizarra indicando una suma entre 4 manzanas y una manzana. 2. Dado que coloco el número 4 en la pizarra y cuando coloco el número 1 entonces se muestra y escucha el número 5 como resultado. 3. Dado que luego de 3 segundos y cuando se haya mostrado el resultado de la suma entonces se muestra una nueva pizarra con una suma entre dos y tres fresas. 	

4. **Dado** que coloco el número 2 en la pizarra y **cuando** coloco el número 3 **entonces** se muestra y escucha el número 5 como resultado.
5. **Dado** que luego de 3 segundos y **cuando** se haya mostrado el resultado de la suma **entonces** se muestra una nueva pizarra con una suma entre cuatro y dos peras.
6. **Dado** que coloco el número 2 en la pizarra y **cuando** coloco el número 4 **entonces** se muestra y escucha el número 6 como resultado.
7. **Dado** que luego de 3 segundos y **cuando** se haya mostrado el resultado de la suma **entonces** la pizarra desaparece.

Tabla 17.

Historia de usuario: Guías visuales dentro del escenario.

Historia de Usuario	
Número: 13	Usuario: Niño
Nombre historia: Guías visuales dentro del escenario	
Prioridad: Media	Riesgo en desarrollo: Baja
Puntos estimados: 3	Iteración asignada: 2
Programador responsable: Steward Solano	
Descripción:	
<p><i>Como</i> niño <i>quiero</i> poder guiarme dentro del escenario <i>para</i> poder realizar las actividades.</p>	
Criterio de aceptación:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Dado que me encuentro en el escenario y cuando miro al frente entonces veo vídeos que me indican como realizar las actividades del escenario. 2. Dado que me encuentro en el escenario y cuando miro al frente entonces veo un rótulo que me indica como sujetar una figura. 3. Dado que me encuentro en el escenario y cuando miro a la izquierda entonces veo un rótulo que me indica como agrandar o achicar las figuras. 4. Dado que me encuentro en el escenario y cuando miro al piso entonces veo flechas que me muestran hacia dónde ir. 	

5. **Dado** que me encuentro en el escenario y **cuando** miro hacia la pared derecha **entonces** veo un rótulo con la palabra “Números”.
6. **Dado** que me encuentro en el escenario y **cuando** miro hacia la pared izquierda **entonces** veo un rótulo con la palabra “Abecedario”.

Tabla 18.

Historia de usuario: Sonidos guías.

Historia de Usuario	
Número: 14	Usuario: Niño
Nombre historia: Sonidos guías	
Prioridad: Media	Riesgo en desarrollo: Baja
Puntos estimados: 3	Iteración asignada: 2
Programador responsable: Steward Solano	
Descripción:	
<p><i>Como</i> niño <i>quiero</i> escuchar sonidos <i>para</i> que me indiquen si me equivoco o acierto en las actividades del escenario.</p>	
Criterio de aceptación:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Dado que me encuentro en el escenario y cuando levanto una figura entonces escucho un sonido que indica que se levantó la figura. 2. Dado que tengo una figura en mis manos y cuando arrojo la figura hacia cualquier lado entonces escucho un sonido indicando error. 3. Dado que me encuentre en la pared de palabras y cuando coloco una palabra en su respectivo objeto entonces escucho un sonido que nombra la palabra seleccionada. 4. Dado que tenga una palabra en mis manos y cuando la coloque en junto un objeto que no corresponde a la palabra entonces se reproduce un sonido indicando error. 5. Dado que me encuentre en la pared de números y cuando topo la esfera con mis manos entonces escucho un sonido que dice “Números”. 6. Dado que me encuentre en la pared de números y cuando levanto un número con mis manos entonces escucho un sonido indicando el número seleccionado. 	

7. **Dado** que sostenga un número que no corresponda a la suma y **cuando** lo coloco en la pizarra de suma **entonces** escucho un sonido indicando error.
8. **Dado** que coloque el primer número de la suma y **cuando** coloco el segundo **entonces** escucho el número resultante de realizar la operación suma.

Tabla 19.

Historia de usuario: Cambiar el tamaño de las figuras.

Historia de Usuario	
Número: 15	Usuario: Niño
Nombre historia: Cambiar tamaño de las figuras	
Prioridad: Media	Riesgo en desarrollo: Baja
Puntos estimados: 2	Iteración asignada: 2
Programador responsable: Steward Solano	
Descripción:	
<p><i>Como</i> niño <i>quiero</i> poder agrandar o achicar las figuras <i>para</i> usar mis dedos dentro del ambiente virtual.</p>	
Criterio de aceptación:	
<p>8. Dado que tengo una figura en mis manos y cuando quiero cambiarle su tamaño entonces puedo usar los dedos índices y pulgar para agrandar o achicar la figura.</p>	

4.3.2.1 Scrum diario

Durante cada scrum diario realizado durante las semanas de trabajo se decide que tarea realizar primero, para desarrollar las historias de usuario de manera ordenada, basándose en el esfuerzo que cada una presenta, tomando como principal aquella historia que tenga un puntaje de 5 a 8.

4.3.2.2 Revisión del sprint

Como se puede observar en las figuras 17 a la 19, al cerrar el sprint se cuenta con un prototipo del escenario requerido en las historias de usuario del segundo sprint.

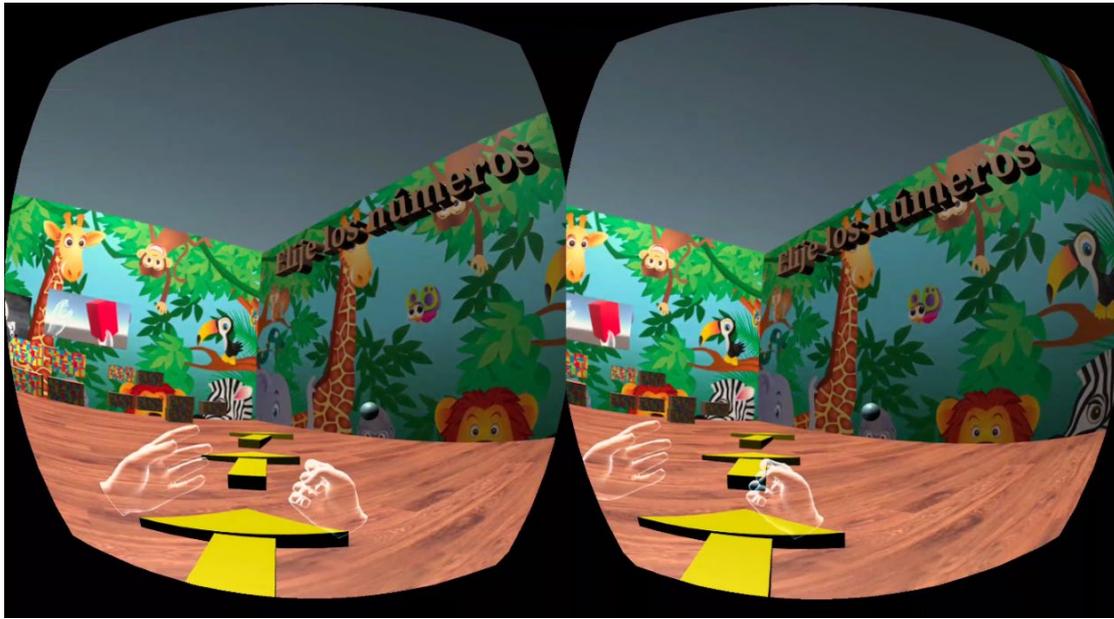


Figura 17: Interacción con el escenario.

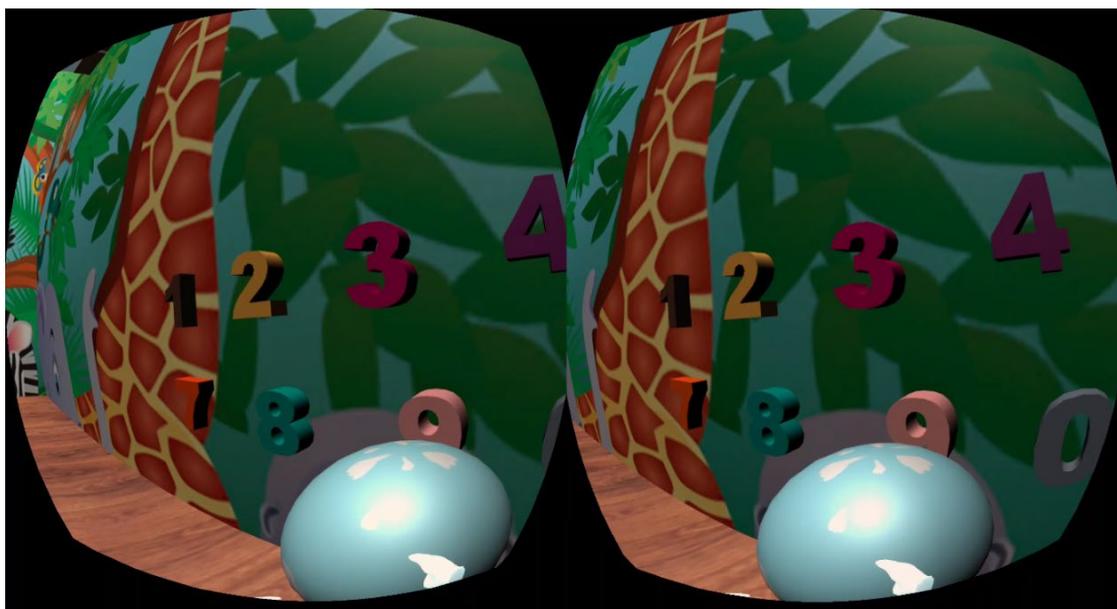


Figura 18: Revisión de la historia número 11.



Figura 19: Validación de la historia número 10.

4.3.2.3 Burn down chart

Al finalizar el sprint, el gráfico de avance muestra cómo se desarrolló el sprint frente a la planificación, lo cual se puede observar en la figura 20.

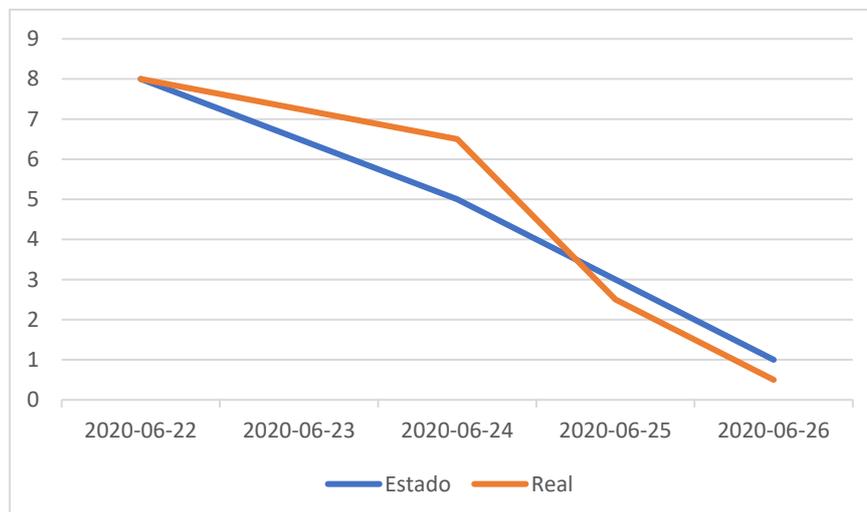


Figura 20: Gráfico de avance al finalizar el segundo sprint.

4.3.2.4 Retrospectiva del sprint

Una vez finalizado el sprint, al igual que en el primero el tiempo requerido al inicio fue mayor al planteado debido a la creación de los objetos tridimensionales, pero se evidencia una clara diferencia al momento de desarrollar, debido al uso del *Software Development Kit* de Oculus y su integración con el editor Unity, por lo que el tiempo utilizado para completar las historias 4 a 6 se redujo considerablemente.

Capítulo 5. Pruebas

En el capítulo presentado a continuación se muestra la evidencia de las pruebas realizadas sobre los componentes del proyecto. Se encuentran listadas las pruebas realizadas sobre el total de historias de usuario, tabulando sus resultados y adjuntando evidencia gráfica, todo esto usando el método de prueba *Caja Negra*. Este capítulo, permite comprender las pruebas realizadas para validar el correcto funcionamiento del proyecto.

5.1 Pruebas realizadas

Pruebas de Caja negra

Las pruebas de caja negra sirven para verificar la funcionalidad de un aplicativo sin necesidad de conocer la estructura del software, están basadas en los requerimientos y su propósito es confirmar que dadas una serie de entradas se produzca una salida esperada.

Se realizan las pruebas para validar cada una de las historias de usuario.

5.1.1 Historia 1: Escenario para niños de 4 a 5 años

Se observa el piso y las paredes, el usuario se encuentra sobre el piso de madera, a la distancia se aprecian los objetos y figuras geométricas. En la parte

izquierda se pueden ver algunos contenedores. En la tabla 20 se muestran los resultados de las pruebas realizadas y en la figura 21 se muestra el primer escenario.

Tabla 20

Pruebas realizadas en el escenario para niños de 4 a 5 años.

Caso de prueba número:	1	Descripción	Escenario para niños de 4 a 5 años.		
Creador por:	Stiward	Versión	1.0		
Probado por:	Stiward	Fecha	2020-06-29	Estado (Aprobado/Fallido/No Ejecutado)	Aprobado
#	Prerrequisitos:				
1	Aplicativo instalado en el visor				
2	Controles Oculus conectados al visor				
<u>Condiciones de prueba</u>		El usuario puede acceder e interactuar con el escenario			
Pasos	Detalles	Resultados esperados	Resultados obtenidos	Estado	
1	Ingreso al escenario	Se muestran un piso de madera y cuatro paredes	Como se esperaba	Aprobado	
2	Al desplazarse	No se pueden atravesar las paredes	Como se esperaba	Aprobado	
3	Objetos del escenario	Se observan 7 juguetes y 4 formas	Como se esperaba	Aprobado	
4	Levantar objetos	Levantar los objetos con cualquier mano	Como se esperaba	Aprobado	
5	Contenedores	Se observan 11 contenedores	Como se esperaba	Aprobado	

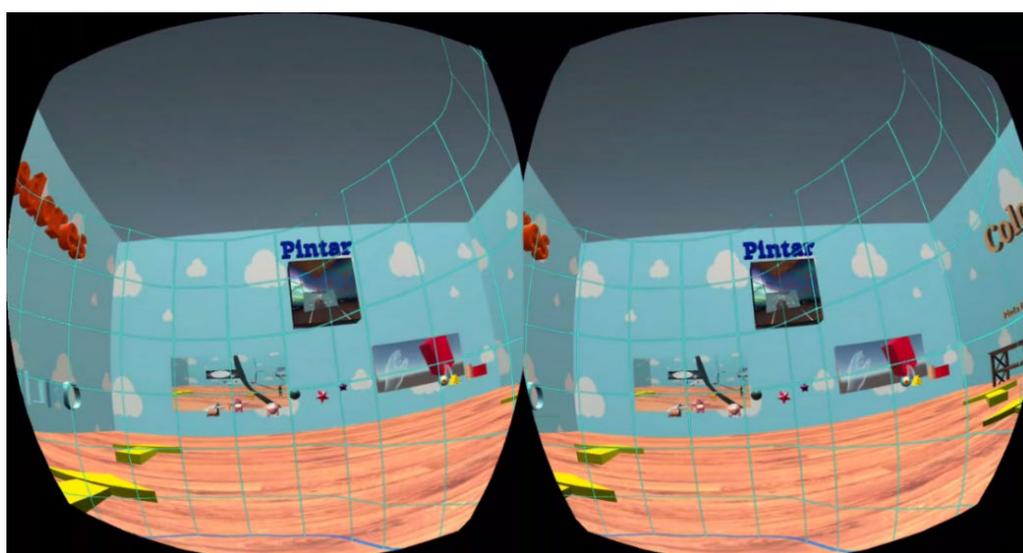


Figura 21: Escenario para niños de 4 a 5 años.

5.1.2 Historia 2: Pared selectora de colores

En la pared derecha se puede ver una paleta con 6 colores y una mesa, al topar un color con las manos se reproduce un sonido nombrando ese color, si un objeto se encuentra sobre la mesa, al seleccionar el color, esa figura se pinta con dicho color. En la tabla 21 se muestran los resultados de las pruebas realizadas y en la figura 22 se muestra la paleta de colores.

Tabla 21

Pruebas realizadas en la historia de usuario número 2.

Caso de prueba número:	2	Descripción	Pared selectora de colores.		
Creador por:	Stiward	Versión	1.0		
Probado por:	Stiward	Fecha	2020-06-29	Estado (Aprobado/Fallido/No Ejecutado)	Aprobado
#	Prerrequisitos:				
1	Aplicativo instalado en el visor				
2	Controles Oculus conectados al visor				
<u>Condiciones de prueba</u>	El usuario puede seleccionar el color de los objetos				
Pasos	Detalles	Resultados esperados	Resultados obtenidos	Estado	
1	Acercamiento pared derecha	Se observa una paleta con 6 colores y una mesa	Como se esperaba	Aprobado	
2	Colocar objeto sobre la mesa	Al topar el color con una mano el objeto se pinta del color usado	Como se esperaba	Aprobado	

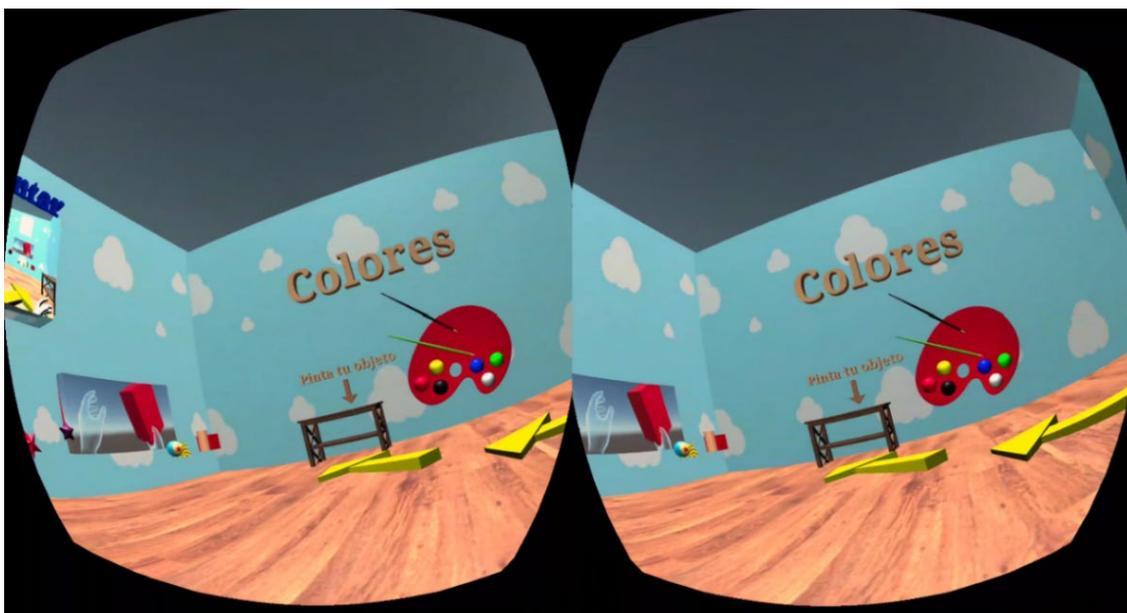


Figura 22: Pared selectora de colores.

5.1.3 Historia 3: Guías visuales dentro del escenario

Al momento del ingreso al escenario se observa en el frente la rotulación y varias guías en forma de vídeo que indican como realizar las actividades del escenario. En la tabla 22 se muestran los resultados de las pruebas realizadas y en la figura 23 se muestran las guías visuales del escenario.

Tabla 22

Pruebas realizadas en la historia de usuario número 3.

Caso de prueba número:	3	Descripción	Guías visuales dentro del escenario.		
Creador por:	Stiward	Versión	1.0		
Probado por:	Stiward	Fecha	2020-06-29	Estado (Aprobado/Fallido/No Ejecutado)	Aprobado
#	Prerrequisitos:				
1	Aplicativo instalado en el visor				
2	Controles Oculus conectados al visor				
<u>Condiciones de prueba</u>	El usuario puede orientarse en el escenario				
Pasos	Detalles	Resultados esperados	Resultados obtenidos	Estado	

1	Ingreso escenario	al	Se muestran vídeos que indican como interactuar con el escenario	Como se esperaba	Aprobado
2	Al mirar izquierda	a la	Se observa la palabra "Contenedores"	Como se esperaba	Aprobado
3	Al mirar derecha	a la	Se observa la palabra "Colores"	Como se esperaba	Aprobado

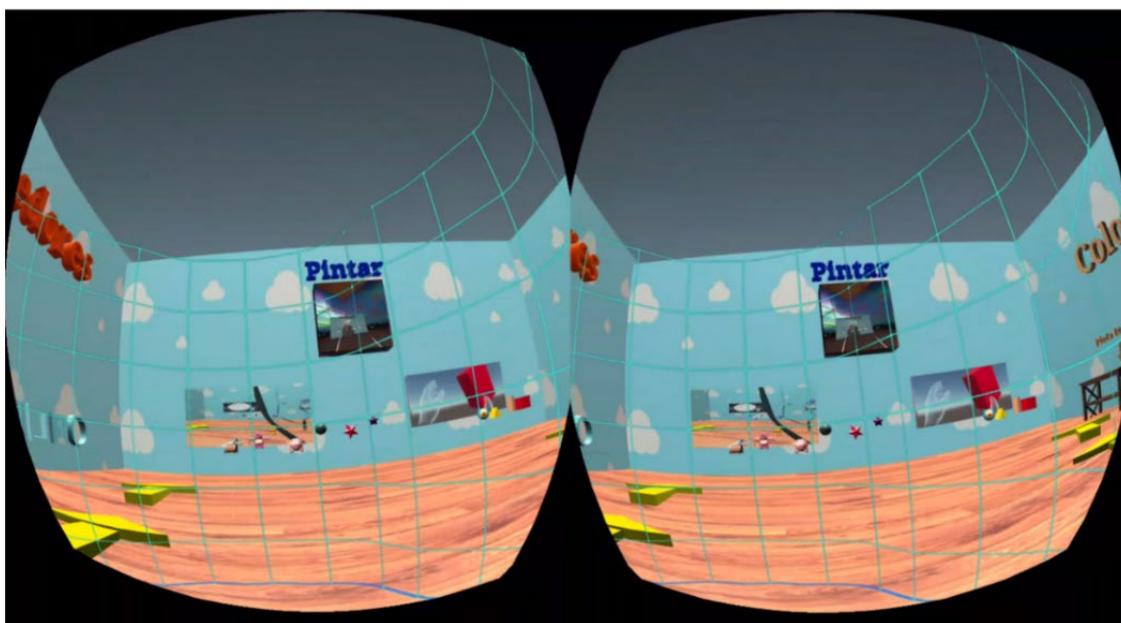


Figura 23: Guías visuales del escenario.

5.1.4 Historia 4: Sonidos guías

Al moverse dentro del escenario se reproducen audios indicando como se pueden realizar las actividades, al seleccionar un color de la paleta de la pared izquierda se escucha el nombre del color, al levantar un objeto se reproduce un sonido y al arrojarlo también, al colocar un objeto en los contenedores un sonido se reproduce si la figura no pertenece al contenedor. En la tabla 23 se muestran los resultados de las pruebas realizadas y en la figura 24 se muestra un ejemplo de acción que genera sonidos dentro del escenario.

Tabla 23

Pruebas realizadas en la historia de usuario número 4.

Caso de prueba número:	4	Descripción	Sonidos guías.
---------------------------	---	-------------	----------------

creador por:	Stiward	Versión	1.0		
Probado por:	Stiward	Fecha	2020-06-29	Estado (Aprobado/Fallido/No Ejecutado)	Aprobado
#	Prerrequisitos:				
1	Aplicativo instalado en el visor				
2	Controles Oculus conectados al visor				
<u>Condiciones de prueba</u>		El usuario puede escuchar sonidos de acuerdo con las actividades realizadas			
Pasos	Detalles	Resultados esperados	Resultados obtenidos	Estado	
1	Al levantar una figura	Se escucha un sonido	Como se esperaba	Aprobado	
2	Al cambiar de color	Se escucha el nombre del color	Como se esperaba	Aprobado	
3	Al soltar una figura	Se escucha un sonido de error	Como se esperaba	Aprobado	
4	Figura en su contenedor	Se escucha un sonido de acierto	Como se esperaba	Aprobado	
5	Figura en otro contenedor	Se escucha un sonido de error	Como se esperaba	Aprobado	

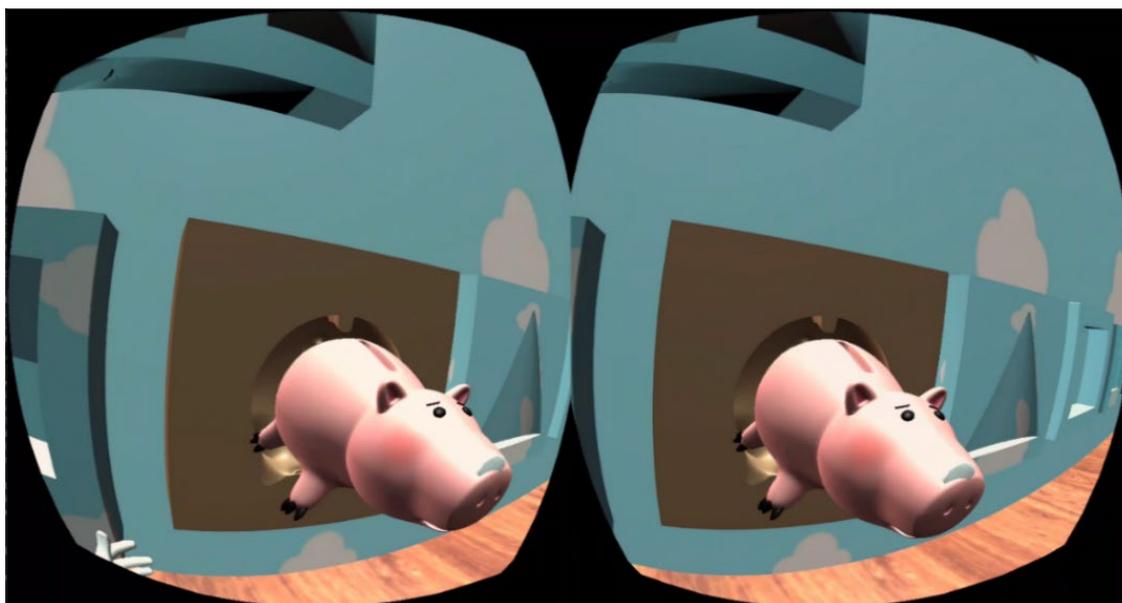


Figura 24: Ejemplo de actividad que genera sonido dentro del escenario.

5.1.5 Historia 5: Colocar juguetes en contenedores de acuerdo con su forma

En la pared izquierda se observan todos los contenedores, cualquier figura puede ingresar a los contenedores, al encontrar el correcto la figura desaparece y el contenedor cambia de color. En la tabla 24 se muestran los resultados de las pruebas realizadas y en la figura 25 se muestran los contenedores del escenario.

Tabla 24

Pruebas realizadas en la historia de usuario número 5.

Caso de prueba número:	5	Descripción	Colocar juguetes en contenedores de acuerdo con su forma.		
Creador por:	Stiward	Versión	1.0		
Probado por:	Stiward	Fecha	2020-06-29	Estado (Aprobado/Fallido/No Ejecutado)	Aprobado
#	Prerrequisitos:				
1	Aplicativo instalado en el visor				
2	Controles Oculus conectados al visor				
<u>Condiciones de prueba</u>	El usuario puede colocar figuras en los diversos contenedores				
Pasos	Detalles	Resultados esperados	Resultados obtenidos	Estado	
1	En la pared izquierda	Se muestran 11 contenedores	Como se esperaba	Aprobado	
2	Al colocar una figura en un contenedor	Desaparece y cambia el color si la figura es la correcta	Como se esperaba	Aprobado	

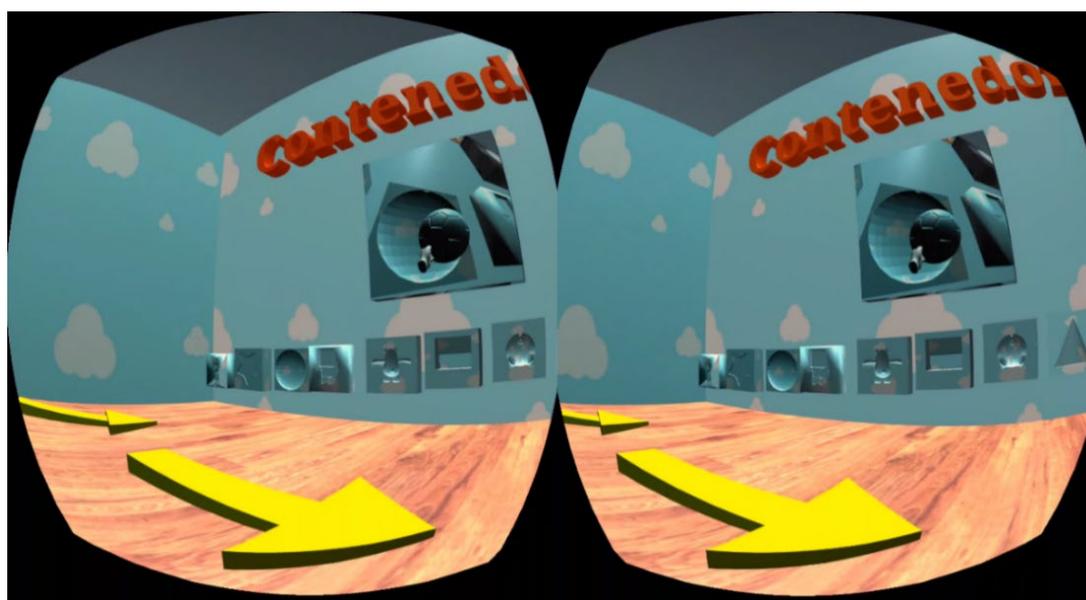


Figura 25: Contenedores del escenario.

5.1.6 Historia 6: No encuentro contenedor

Al levantar una figura aparece un contador indicando 10 segundos, si no se coloca la figura antes de que el tiempo finalice esta desaparece. En la tabla 25 se muestran los resultados de las pruebas realizadas y en la figura 26 se muestra el tiempo restante para encontrar el contenedor correspondiente a una figura seleccionada.

Tabla 25

Pruebas realizadas en la historia de usuario número 6.

Caso de prueba número:	6	Descripción	No encuentro contenedor.		
Creador por:	Stiward	Versión	1.0		
Probado por:	Stiward	Fecha	2020-06-29	Estado (Aprobado/Fallido/No Ejecutado)	Aprobado
#	Prerrequisitos:				
1	Aplicativo instalado en el visor				
2	Controles Oculus conectados al visor				
<u>Condiciones de prueba</u>	El usuario no puede usar más la figura seleccionada si termina su tiempo				
Pasos	Detalles	Resultados esperados	Resultados obtenidos	Estado	
1	Al levantar una figura	Al acercarse a los contenedores se muestra un contador de 10 segundos	Como se esperaba	Aprobado	
2	Terminan los 10 segundos	La figura desaparece de las manos del usuario	Como se esperaba	Aprobado	



Figura 26: Tiempo restante para encontrar el contenedor de la figura seleccionada.

5.1.7 Historia 7: Cambiar tamaño de las figuras

Al levantar una figura y usando ambas manos se cambia el tamaño de esta, usando los botones de los controles Oculus Touch. En la tabla 26 se muestran los resultados de las pruebas realizadas y en la figura 27 se muestra el resultado al agrandar un objeto en el escenario.

Tabla 26

Pruebas realizadas en la historia de usuario número 7.

Caso de prueba número:	7	Descripción	Cambiar tamaño de las figuras.		
Creador por:	Stiward	Versión	1.0		
Probado por:	Stiward	Fecha	2020-06-29	Estado (Aprobado/Fallido/No Ejecutado)	Aprobado
#	Prerrequisitos:				
1	Aplicativo instalado en el visor				
2	Controles Oculus conectados al visor				
Condiciones de prueba	El usuario puede cambiar el tamaño de las figuras				
Pasos	Detalles	Resultados esperados	Resultados obtenidos	Estado	

1	Al levantar una figura	Usando los dedos pulgar e índice la figura cambia de tamaño	Como se esperaba	Aprobado
---	------------------------	---	------------------	----------

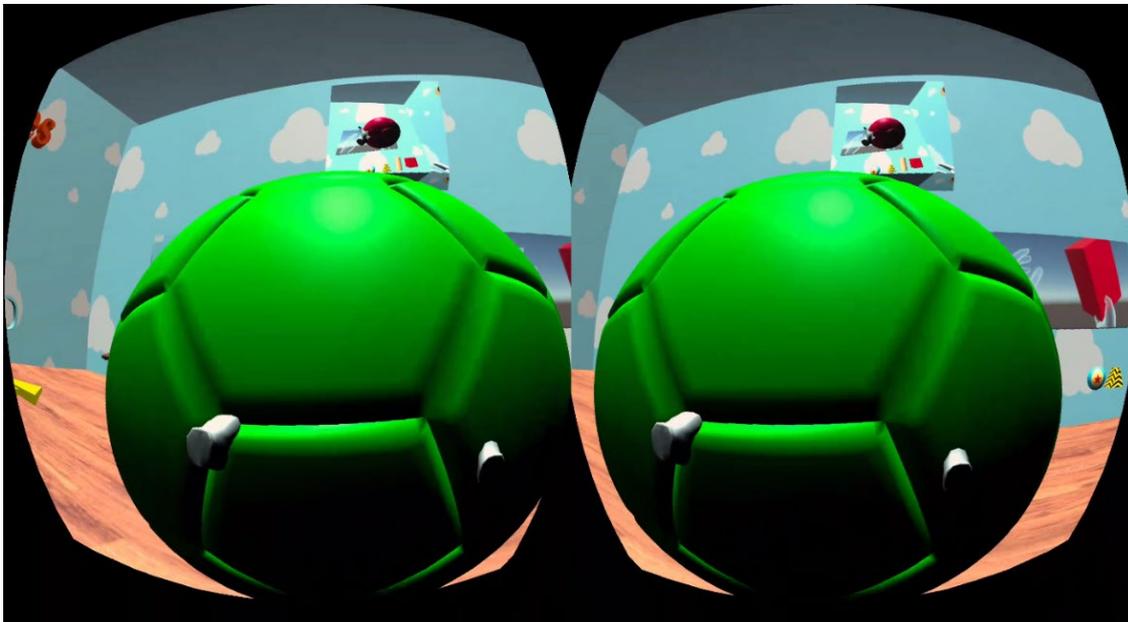


Figura 27: Resultado al agrandar un objeto en el escenario.

5.1.8 Historia 8: Cambiar color de las figuras

Luego de colocar una figura sobre la mesa de la pared izquierda y al topar con las manos un color de la paleta, la figura se pinta con el color seleccionado, además de reproducir un sonido indicando el color. En la tabla 27 se muestran los resultados de las pruebas realizadas y en la figura 28 se muestra el resultado al cambiar de color a una figura del escenario.

Tabla 27

Pruebas realizadas en la historia de usuario número 8.

Caso de prueba número:	8	Descripción	Cambiar color de las figuras.		
Creador por:	Stiward	Versión	1.0		
Probado por:	Stiward	Fecha	2020-06-29	Estado (Aprobado/Fallido/No Ejecutado)	Aprobado

#		Prerrequisitos:		
1		Aplicativo instalado en el visor		
2		Controles Oculus conectados al visor		
<u>Condiciones de prueba</u>		El usuario puede cambiar el color de las figuras		
Pasos	Detalles	Resultados esperados	Resultados obtenidos	Estado
1	Levantar una figura	Se coloca la figura en la mesa de la pared "Colores"	Como se esperaba	Aprobado
2	Seleccionar color	Se topa un color de la paleta de colores, se reproduce un sonido y la figura cambia de color	Como se esperaba	Aprobado

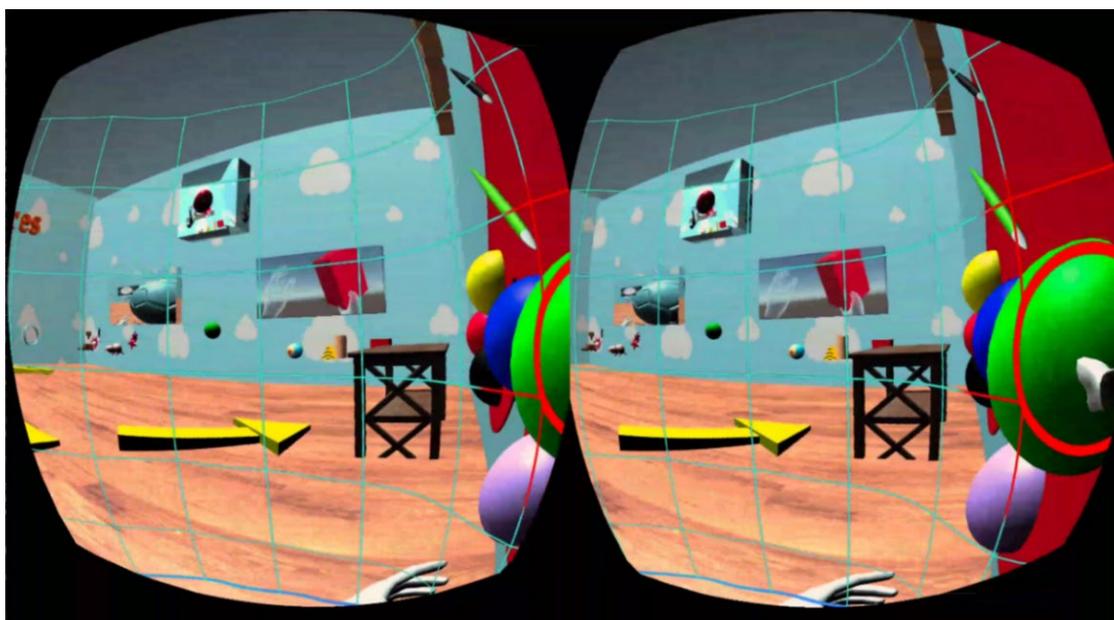


Figura 28: Resultado al cambiar de color a una figura del escenario.

5.1.9 Historia 9: Escenario para niños de 5 a 6 años

Se observa el piso y las paredes con textura de animales, el usuario se encuentra sobre el piso de madera, a la distancia se aprecian los objetos y animales decorativos. En la tabla 28 se muestran los resultados de las pruebas realizadas y en la figura 29 se muestra el escenario para niños de 5 a 6 años.

Tabla 28

Pruebas realizadas en la historia de usuario número 9.

Caso de prueba número:	9	Descripción	Escenario para niños de 5 a 6 años.		
Creador por:	Stiward	Versión	1.0		
Probado por:	Stiward	Fecha	2020-06-29	Estado (Aprobado/Fallido/No Ejecutado)	Aprobado
#	Prerrequisitos:				
1	Aplicativo instalado en el visor				
2	Controles Oculus conectados al visor				
<u>Condiciones de prueba</u>	El usuario puede acceder e interactuar con el escenario				
Pasos	Detalles	Resultados esperados	Resultados obtenidos	Estado	
1	Ingreso al escenario	Se muestran un piso de madera y cuatro paredes	Como se esperaba	Aprobado	
2	Al desplazarse	No se pueden atravesar las paredes	Como se esperaba	Aprobado	
3	Objetos del escenario	Se observan 15 bloques rectangulares	Como se esperaba	Aprobado	
4	Levantar objetos	Levantar los objetos con cualquier mano	Como se esperaba	Aprobado	



Figura 29: Escenario para niños de 5 a 6 años.

5.1.10 Historia 10: Palabras varias

Se observan las palabras avión, elefante y oso sobre la pared izquierda, frente a dicha pared, se observan tres objetos y un cubo bajo cada objeto, las 3 figuras son de un avión, un elefante y un oso. En la tabla 29 se muestran los resultados de las pruebas realizadas y en la figura 30 se muestran las palabras y sus respectivos objetos tridimensionales.

Tabla 29

Pruebas realizadas en la historia de usuario número 10.

Caso de prueba número:	10	Descripción	Palabras varias.		
Creador por:	Stiward	Versión	1.0		
Probado por:	Stiward	Fecha	2020-06-29	Estado (Aprobado/Fallido/No Ejecutado)	Aprobado
#	Prerrequisitos:				
1	Aplicativo instalado en el visor				
2	Controles Oculus conectados al visor				
<u>Condiciones de prueba</u> de El usuario puede mover las palabras oso, elefante y avión					
Pasos	Detalles	Resultados esperados	Resultados obtenidos	Estado	
1	Al acercarse a la pared izquierda	Se observan 3 palabras: oso, avión, elefante	Como se esperaba	Aprobado	
2	Al mover una palabra	Se pude llevar la palabra a cualquier lugar del escenario	Como se esperaba	Aprobado	
3	Al colocar una palabra	Si se coloca una palabra debajo de un objeto que corresponda a ella, se escucha la palabra	Como se esperaba	Aprobado	
4	Al colocar una palabra	Si la palabra no corresponde al objeto, se escucha un sonido de error	Como se esperaba	Aprobado	



Figura 30: Pared de palabras y sus objetos correspondientes.

5.1.11 Historia 11: Pared de números

Al topar con las manos la esfera que se encuentra en la pared izquierda, se muestran los números del 0 al 9 y una pizarra con la primera de tres operaciones de suma. En la tabla 30 se muestran los resultados de las pruebas realizadas y en la figura 31 se muestra la pared de números y la primera suma del escenario.

Tabla 30

Pruebas realizadas en la historia de usuario número 11.

Caso de prueba número:	11	Descripción	Pared de números.		
Creador por:	Stiward	Versión	1.0		
Probado por:	Stiward	Fecha	2020-06-29	Estado (Aprobado/Fallido/No Ejecutado)	Aprobado
#	Prerrequisitos:				
1	Aplicativo instalado en el visor				
2	Controles Oculus conectados al visor				
<u>Condiciones de prueba</u>	El usuario puede usar los números del 0 al 9				
Pasos	Detalles	Resultados esperados	Resultados obtenidos	Estado	

1	Al acercarse a la pared derecha	Se observa una esfera en la parte baja de la pared	Como se esperaba	Aprobado
2	Al presionar la esfera	Se muestran los números del 0 al 9 sobre la pared y una pizarra a la izquierda	Como se esperaba	Aprobado

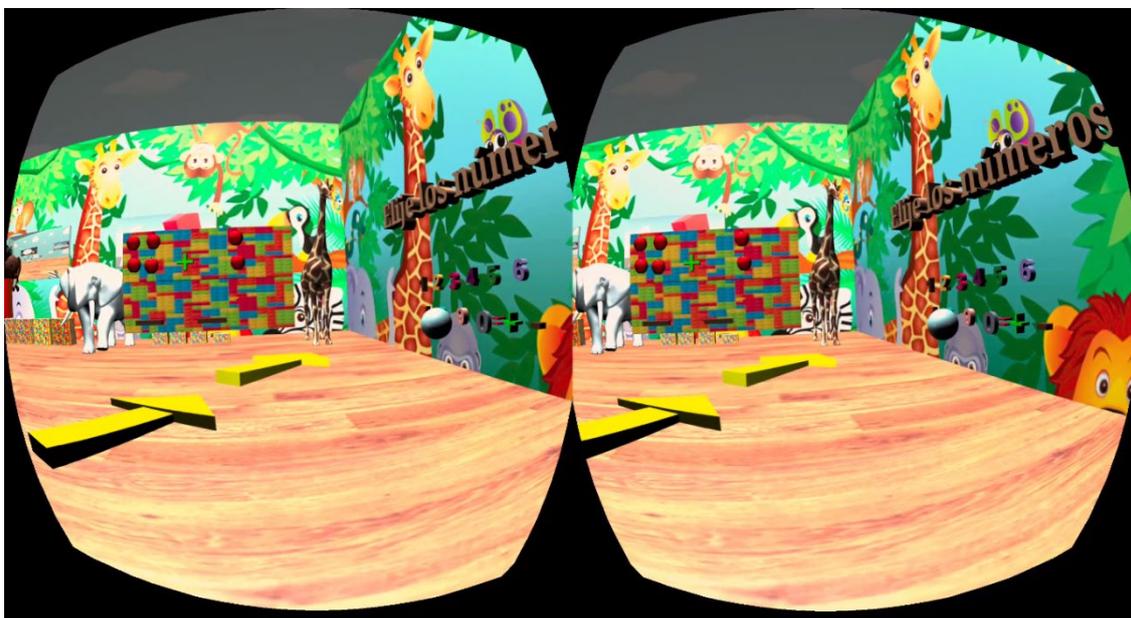


Figura 31: Pared de números y primera suma del escenario.

5.1.12 Historia 12: Pizarra de sumas

Al topar con las manos la esfera que se encuentra en la pared izquierda, se muestran los números del 0 al 9 y una pizarra con la primera de tres operaciones de suma. En la tabla 32 se muestran los resultados de las pruebas realizadas y en la figura 31 se muestra la segunda pizarra de sumas del escenario.

Tabla 31

Pruebas realizadas en la historia de usuario número 12.

Caso de prueba número:	12	Descripción	Pizarra de sumas.		
Creador por:	Stiward	Versión	1.0		
Probado por:	Stiward	Fecha	2020-06-29	Estado (Aprobado/Fallido/No Ejecutado)	Aprobado
#	Prerrequisitos:				
1	Aplicativo instalado en el visor				
2	Controles Oculus conectados al visor				

Condiciones de prueba El usuario puede usar los números del 0 al 9 para realizar tres sumas

Pasos	Detalles	Resultados esperados	Resultados obtenidos	Estado
1	Al acercarse a la pared derecha	Se observa una esfera en la parte baja de la pared	Como se esperaba	Aprobado
2	Al presionar la esfera	Se muestran los números del 0 al 9 sobre la pared y una pizarra a la izquierda	Como se esperaba	Aprobado
3	Al finalizar la suma	Se muestra una nueva suma	Como se esperaba	Aprobado
4	Al finalizar la segunda suma	La pizarra desaparece, se muestra una nueva suma	Como se esperaba	Aprobado
5	Al finalizar la tercera suma	La pizarra desaparece, no se muestran más sumas	Como se esperaba	Aprobado

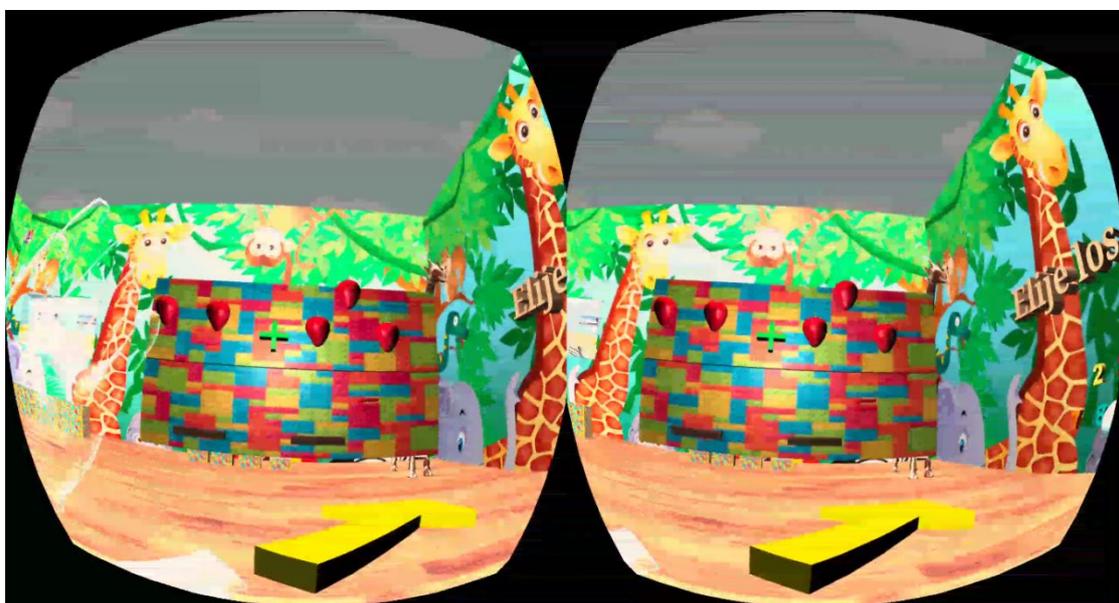


Figura 32: Segunda pizarra de sumas del escenario.

5.1.13 Historia 13: Guías visuales dentro del escenario

Al ingresar al escenario, en la parte frontal se observa un vídeo que indica como realizar las actividades del escenario, además de una imagen que muestra como levantar las figuras del escenario. En la tabla 32 se muestran los resultados de las pruebas realizadas y en la figura 33 se muestran las guías visuales dentro del segundo escenario.

Tabla 32

Pruebas realizadas en la historia de usuario número 13

Caso de prueba número:	13	Descripción	Guías visuales dentro del escenario.		
Creador por:	Stiward	Versión	1.0		
Probado por:	Stiward	Fecha	2020-06-29	Estado (Aprobado/Fallido/No Ejecutado)	Aprobado
#	Prerrequisitos:				
1	Aplicativo instalado en el visor				
2	Controles Oculus conectados al visor				
<u>Condiciones de prueba</u>	El usuario puede orientarse por el escenario				
Pasos	Detalles	Resultados esperados	Resultados obtenidos	Estado	
1	Ingreso al escenario	En la pared frontal se muestra un rótulo que indica como levantar una figura	Como se esperaba	Aprobado	
2	Al desplazarse a la pared derecha	Se muestra en la pared frontal un vídeo que indica como cambiar el tamaño de las figuras	Como se esperaba	Aprobado	
3	Al mirar el piso	Se observan flechas que indican dirección	Como se esperaba	Aprobado	
4	Al desplazarse a la pared derecha	Se observa un rótulo con la palabra "Números"	Como se esperaba	Aprobado	
5	Al desplazarse a la pared izquierda	Se observa un rótulo "Elije las palabras"	Como se esperaba	Aprobado	

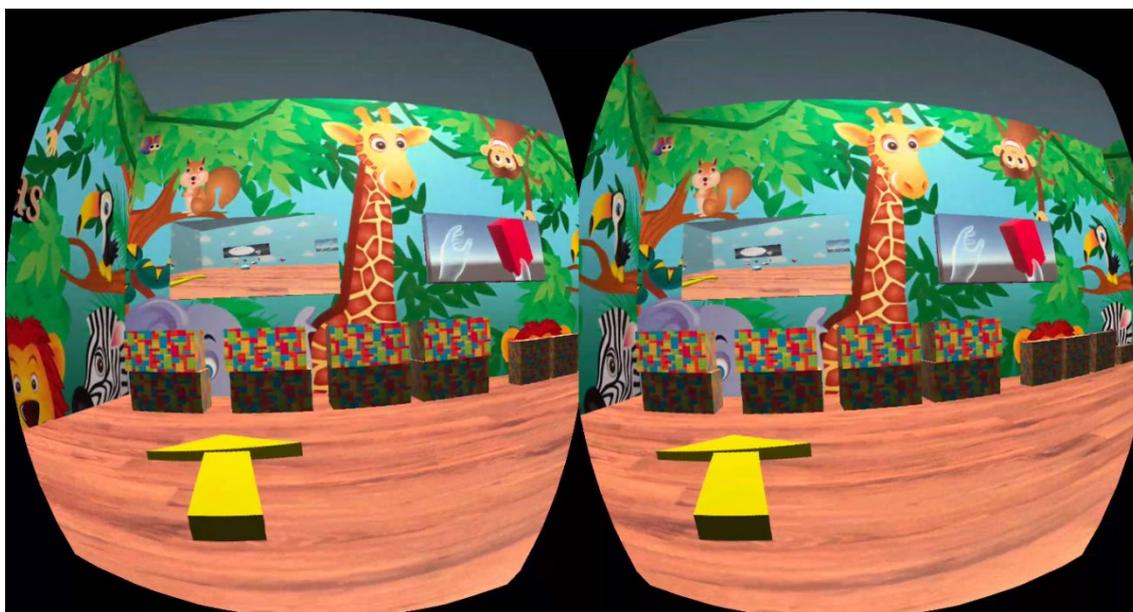


Figura 33: Guías visuales dentro del segundo escenario.

5.1.14 Historia 14: Sonidos guías

Al levantar una figura se reproduce un sonido, también al arrojarla, cuando se presiona la esfera de la pared izquierda, se escucha la palabra “números”. En la tabla 33 se muestran los resultados de las pruebas realizadas y en la figura 34 se muestra un ejemplo de acción que genera sonidos dentro del escenario.

Tabla 33

Pruebas realizadas en la historia de usuario número 14.

Caso de prueba número:	14	Descripción	Sonidos guías.		
Creador por:	Stiward	Versión	1.0		
Probado por:	Stiward	Fecha	2020-06-29	Estado (Aprobado/Fallido/No Ejecutado)	Aprobado
#	Prerrequisitos:				
1	Aplicativo instalado en el visor				
2	Controles Oculus conectados al visor				
<u>Condiciones de prueba</u>	El usuario puede escuchar sonidos al realizar las actividades				
Pasos	Detalles	Resultados esperados	Resultados obtenidos	Estado	
1	Al levantar una figura	Se escucha un sonido de acierto	Como se esperaba	Aprobado	
2	Al arrojar la figura	Se escucha un sonido de error	Como se esperaba	Aprobado	
3	Al presionar la esfera de números	Se escucha la palabra números	Como se esperaba	Aprobado	

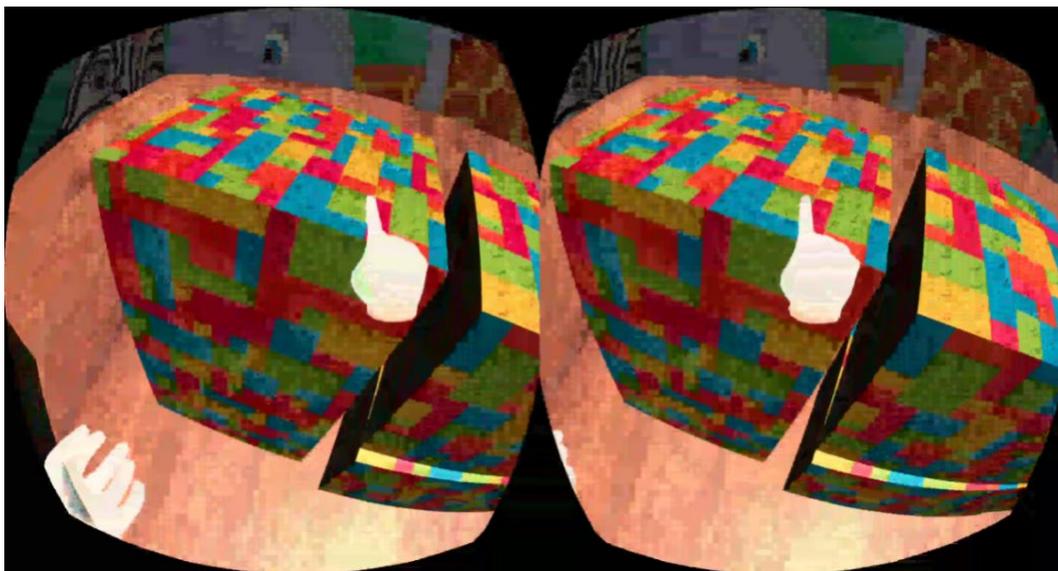


Figura 34: Ejemplo de actividad que genera sonidos dentro del escenario.

5.1.15 Historia 15: Cambiar tamaño de las figuras

Al levantar una figura y usando ambas manos se cambia el tamaño de esta, usando los botones de los controles Oculus Touch. En la tabla 34 se muestran los resultados de las pruebas realizadas y en la figura 35 se muestra el resultado al encoger un objeto dentro del escenario.

Tabla 34

Pruebas realizadas en la historia de usuario número 15.

Caso de prueba número:	15	Descripción	Cambiar tamaño de las figuras.		
Creador por:	Stiward	Versión	1.0		
Probado por:	Stiward	Fecha	2020-06-29	Estado (Aprobado/Fallido/No Ejecutado)	Aprobado
#	Prerrequisitos:				
1	Aplicativo instalado en el visor				
2	Controles Oculus conectados al visor				
Condiciones de prueba	de El usuario puede cambiar el tamaño de las figuras				
Pasos	Detalles	Resultados esperados	Resultados obtenidos	Estado	

1	Al levantar una figura	Usando los dedos índice y pulgar se cambia el tamaño de la figura	Como se esperaba	Aprobado
---	------------------------	---	------------------	----------

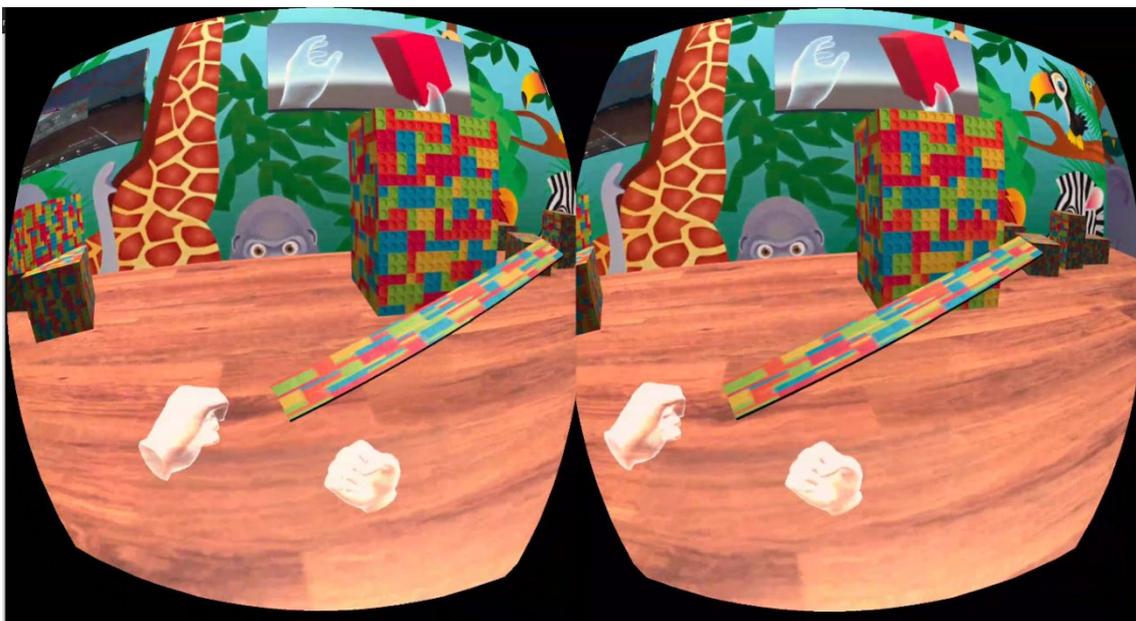


Figura 35: Resultado al encoger un objeto dentro del escenario.

6. Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones

Al realizar las pruebas se logró una respuesta positiva de parte de los usuarios, se observa el uso de las manos tal como estaba planteado, y sobre todo los usuarios reportan actividad positiva al usar sus dedos.

Del trabajo realizado se comprueban las posibilidades de uso de la realidad virtual fuera del entretenimiento, y como sus posibilidades de expansión fuera de esta área.

Un punto importante para destacar se da analizando como con cada avance de la tecnología de realidad virtual, sus costos se reducen y se vuelve más cercano al usuario final.

Al implementar el proyecto se demuestra como un escenario virtual logra motivar al usuario a usar sus manos y extremidades para moverse e interactuar con el ambiente virtual, destacando que el usuario interactúa por si sólo, todo esto gracias a los dispositivos de realidad virtual y a las actividades creadas en un escenario definido.

La tecnología de rastreo de manos implementada en los nuevos visores de realidad virtual facilita la interacción con un entorno virtual permitiendo ampliar las oportunidades de desarrollar trabajos como el presente.

6.2 Recomendaciones

Una vez que Oculus concluya el trabajo sobre el llamado *Hand Tracking* para el visor Oculus Quest, el cual se encuentra actualmente en fase experimental, se recomienda ampliar el proyecto con esta opción.

Es recomendable realizar una evaluación y capacitación corta por cada usuario, de manera que se familiaricen con el entorno virtual, para evitar inconvenientes como potenciales mareos.

Finalmente se recomienda ampliar el tiempo empleado por las actividades dirigidas a apoyar la motricidad de tal manera que se pueda ampliar las mediciones.

REFERENCIAS

- Afanasyev, A., Afanasyeva, T., Bochkov, S., & Voit, N. (2018). *APPLICATION OF VIRTUAL REALITY TECHNOLOGY IN THE LEARNING PROCESS*.
- Arth, C., Grasset, R., Gruber, L., Langlotz, T., Mulloni, A., & Wagner, D. (2015). *The History of Mobile Augmented Reality*. <http://arxiv.org/abs/1505.01319>
- Aukstakalnis, S., & Blatner, D. (1993). *El Espejismo de silicio : arte y ciencia de la realidad virtual*. Página Uno.
- Austin, B., Bryla, K., & Benton, A. (2014). *Oculus Rift In Action*. Manning Publications Co.
http://www.manning.com/bdavis/OculusRift_MEAP_CH01.pdf
- Bailenson, J. (2018). *Experience on demand : what virtual reality is, how it works, and what it can do* (1st ed.). Norton, W. W. & Company, Inc.
- Blascovich, J., & Bailenson, J. (2011). *Infinite reality : avatars, eternal life, new worlds, and the dawn of the virtual revolution*. William Morrow.
- Bonner, E., & Reinders, H. (2018). Augmented and Virtual Reality in the Language Classroom: Practical Ideas. *Teaching English with Technology*, 18(3), 33–53.
- Brey, P. (1999). The ethics of representation and action in virtual reality. *Ethics and Information Technology*, 1(1), 5–14.
<https://doi.org/10.1023/A:1010069907461>
- Cabrera Hidalgo, J. C., Robles Bykbaev, Y., Arevalo Delgado, J. D., Pesantez Coyago, T., & Bykbaev, V. R. (2018, December 19). Serious game to improve fine motor skills using Leap Motion. *Congreso Argentino de Ciencias de La Informatica y Desarrollos de Investigacion, CACIDI 2018*.
<https://doi.org/10.1109/CACIDI.2018.8584370>
- Calleja, G. (2011). *In-game : from immersion to incorporation* (The MIT Press (ed.); 1st ed.). MIT Press.
- Caro, K., Beltrán, J., Martínez-García, A., & Soto-Mendoza, V. (2016, June 16). ExerCaveRoom: A Technological Room for Supporting Gross and Fine motor Coordination of Children with Developmental Disorders. *Proceedings of the 10th EAI International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare*. <https://doi.org/10.4108/eai.16-5-2016.2263860>
- Castro, J. M., Navarro, F., & Domínguez, A. (2017). *Unity 2017.X: curso práctico* (1st ed., Vol. 1). RA-MA Editorial.
- Cendejas, J. L. (2014). *Implementación del modelo integral colaborativo (MDSIC) como fuente de innovación para el desarrollo ágil de software en las empresas de la zona centro - occidente en México*.
<http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2014/jlcv/software.htm>
- Cohn, M. (2004). *User Stories Applied for Agile Software Development*.

www.wowebook.com

- Evans, L. (2018). *The re-emergence of virtual reality* (1st ed., Vol. 1). Routledge.
- Glover, J., & Linowes, J. (2019). *Complete virtual reality and augmented reality development with Unity : leverage the power of Unity and become a pro at creating mixed reality applications*. Packt Publishing.
- González, C. (2001). *Educación física en preescolar*. Inde Publicaciones.
- Hillmann, C. (2019). Comparing the Gear VR, Oculus Go, and Oculus Quest. In *Unreal for Mobile and Standalone VR* (pp. 141–167). Apress. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-4360-2_5
- Kourtesis, P., Collina, S., Doumas, L. A. A., & MacPherson, S. E. (2019). Validation of the Virtual Reality Neuroscience Questionnaire: Maximum Duration of Immersive Virtual Reality Sessions Without the Presence of Pertinent Adverse Symptomatology. *Frontiers in Human Neuroscience*, 13, 417. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00417>
- Lin, C. X., Lee, C., Lally, D., & Coughlin, J. F. (2018). Impact of Virtual Reality (VR) experience on older adults' well-being. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 10927 LNCS, 89–100. https://doi.org/10.1007/978-3-319-92037-5_8
- Mendoza, A. M. (2017). DESARROLLO DE LA MOTRICIDAD EN ETAPA INFANTIL. *Espiraes Revista Multidisciplinaria de Investigación*, 1(3). <https://doi.org/10.31876/RE.V1I3.11>
- Menzinsky, A., López, G., & Palacio, J. (2016). *Guía de Scrum Manager* (Info 4 Media SL (ed.); 2.61, Vol. 1). Info 4 Media SL. <https://www.safecreative.org/work/1607208414838>
- Mills, S., & Noyes, J. (1999). Virtual reality: an overview of User-related Design Issues. *Interacting with Computers*, 11(4), 375–386. [https://doi.org/10.1016/S0953-5438\(98\)00057-5](https://doi.org/10.1016/S0953-5438(98)00057-5)
- Morel, M., Bideau, B., Lardy, J., & Kulpa, R. (2015). Advantages and limitations of virtual reality for balance assessment and rehabilitation. In *Neurophysiologie Clinique* (Vol. 45, Issues 4–5, pp. 315–326). Elsevier Masson SAS. <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2015.09.007>
- Munafo, J., Diedrick, M., & Stoffregen, T. A. (2017). The virtual reality head-mounted display Oculus Rift induces motion sickness and is sexist in its effects. *Experimental Brain Research*, 235(3), 889–901. <https://doi.org/10.1007/s00221-016-4846-7>
- Munárriz, J. (2015). *Las plataformas de desarrollo de videojuegos como nuevo modelo de espacio virtual*.
- Narvarte, M. E. (2007). *Lectoescritura : aprendizaje integral*. Landeira Ediciones.
- Nilsson, R. (2019). *Battery Performance Comparison Of Unreal Engine 4 And*

Unity Applications Running On Android.

- Palacio, M. (2020). *Scrum Master Temario troncal 1*.
<https://www.scrummanager.net/bok/index.php>
- Piekarski, W., & Thomas, B. (2002). ARQuake: The outdoor augmented reality gaming system. *Communications of the ACM*, 45(1), 36–38.
<https://doi.org/10.1145/502269.502291>
- Pruna, E., Tigse, J., Chuquitarco, A., Escobar, I., Pilatásig, M., & Galarza, E. D. (2018). Immersive Virtual System Based on Games for Children's Fine Motor Rehabilitation. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 10851 LNCS, 30–42. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95282-6_3
- Qiu, W., & Yuille, A. (2016). UnrealCV: Connecting computer vision to unreal engine. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 9915 LNCS, 909–916. https://doi.org/10.1007/978-3-319-49409-8_75
- Roed, J. (2003). *Language Learner Behaviour in a Virtual Environment*. 16(3), 155–172. <https://doi.org/10.1076/call.16.2.155.15880>
- Rubin, K. (2013). *Essential Scrum: A Practical Guide to the most popular Agile Process*. Addison-Wesley.
- Rubio, J. L., & Gértrudix, M. (2016). Realidad Virtual (HMD) e Interacción desde la Perspectiva de la Construcción Narrativa y la Comunicación: Propuesta Taxonómica. *Revista ICONO14. Revista Científica de Comunicación y Tecnologías Emergentes*, 14(2), 1. <https://doi.org/10.7195/ri14.v14i2.965>
- Salazar, M. M., & Calero, S. (2018). *Influencia de la actividad física en la motricidad fina y gruesa del adulto mayor femenino*. <http://scielo.sld.cu>
- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2017). *La Guía Definitiva de Scrum: Las Reglas del Juego*. <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcodeandalsodescribedinsummaryformathttp://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>. Byutilizing
- Schwartzmann, A. (2006). *Childhood motricity: Between corporal experience and the outside world* (Vol. 38).
- Seymour, N. E., Gallagher, A. G., Roman, S. A., O'Brien, M. K., Bansal, V. K., Andersen, D. K., Satava, R. M., Pellegrini, C. A., Sachdeva, A. K., Meakins, J. L., & Blumgart, L. H. (2002). Virtual reality training improves operating room performance results of a randomized, double-blinded study. *Annals of Surgery*, 236(4), 458–464. <https://doi.org/10.1097/00000658-200210000-00008>
- Slater, M. (2003). *A Note on Presence Terminology*.
www.cs.ucl.ac.uk/staff/m.slater
- Slater, M., & Sanchez-Vives, M. (2016). Enhancing our lives with immersive virtual reality. In *Frontiers Robotics AI* (Vol. 3, Issue DEC, p. 74). Frontiers

Media S.A. <https://doi.org/10.3389/frobt.2016.00074>

Steinicke, F. (2016). *BEING REALLY VIRTUAL : immersive natives and the future of virtual reality*. (Springer (ed.); 1st ed.). SPRINGER INTERNATIONAL PUBLISHING.

Steuer, J. (1992). Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence. *Journal of Communication*, 42(4), 73–93.
<https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.1992.tb00812.x>

Takeuchi, H., & Nonaka, I. (1986, January). *The New New Product Development Game*. <https://hbr.org/1986/01/the-new-new-product-development-game>

