

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE QUITO**

**CARRERA:  
INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:  
Ingenieros De Sistemas**

**TEMA:  
DESARROLLO DE UN SISTEMA INTERACTIVO PARA  
ENTRENAMIENTO Y REHABILITACIÓN FÍSICA DE PERSONAS CON  
DISCAPACIDADES COGNITIVAS DENTRO DE LA FUNDACIÓN FINE,  
MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DEL SENSOR DE MOVIMIENTOS  
KINECT.**

**AUTORES:  
JUAN CARLOS AYERVE TOBAR  
CÉSAR ANDRÉ ROSERO SAAVEDRA**

**TUTOR:  
WALTER FERNANDO GAIBOR NARANJO**

**Quito, abril del 2018**

## **CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR**

Nosotros César André Rosero Saavedra con documento de identificación N° 1722001177 y Juan Carlos Ayerve Tobar, con documento de identificación N° 1713647269, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación con el tema: DESARROLLO DE UN SISTEMA INTERACTIVO PARA ENTRENAMIENTO Y REHABILITACIÓN FÍSICA DE PERSONAS CON DISCAPACIDADES COGNITIVAS DENTRO DE LA FUNDACIÓN FINE, MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DEL SENSOR DE MOVIMIENTOS KINECT, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de INGENIEROS DE SISTEMAS en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En aplicación a lo determinado en la ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, abril del 2018



**CÉSAR ANDRÉ ROSERO SAAVEDRA**

**1722001177**



**JUAN CARLOS AYERVE TOBAR**

**1713647269**

## **DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR**

Yo, declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación **DESARROLLO DE UN SISTEMA INTERACTIVO PARA ENTRENAMIENTO Y REHABILITACIÓN FÍSICA DE PERSONAS CON DISCAPACIDADES COGNITIVAS DENTRO DE LA FUNDACIÓN FINE, MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DEL SENSOR DE MOVIMIENTOS KINECT** realizado por Juan Carlos Ayerve Tobar y César André Rosero Saavedra, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, abril del 2018



**WALTER FERNANDO GAIBOR NARANJO**

**1713106647**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de titulación primeramente a Dios, a mi abuelita Aurora y mis ángeles en el cielo que siempre me cuidan y protegen, a mi padre y madre por soportar y siempre estar ahí a pesar de mis caídas, hermana Aurora, novia Sarahi, abuelita Mercedes y a aquellas personas que de una u otra manera me han apoyado e influenciado lo largo de mi vida.

CÉSAR ANDRÉ ROSERO SAAVEDRA

Dedico este trabajo principalmente a mi madre, la cual, a pesar de haberla perdido a muy temprana edad, ha estado siempre cuidándome y guiándome desde el cielo.

De igual manera a mi padre que ha estado siempre a mi lado aconsejándome, formándome y apoyándome incondicionalmente en todos momentos.

A mi hermana la cual ha hecho el papel de madre y ha velado por mi brindándome amor y apoyo incondicional.

Finalmente, agradezco a toda mi familia por su preocupación y ayuda durante toda mi vida.

JUAN CARLOS AYERVE TOBAR

## **AGRADECIMIENTOS**

Un especial agradecimiento primeramente a Dios, a nuestros padres por siempre estar ahí preocupándose y darnos ese empujoncito para terminar este largo proceso, a la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA a sus docentes por el conocimiento brindado y en especial al ING. WALTER FERNANDO GAIBOR NARANJO por su perseverancia, paciencia y guía durante este proyecto de titulación.

## ÍNDICE

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>ANTECEDENTES</b> .....	<b>2</b>
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>4</b>
<b>OBJETIVO</b> .....	<b>5</b>
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	<b>5</b>
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>7</b>
<b>2. MARCO REFERENCIAL O INSTITUCIONAL</b> .....	<b>7</b>
2.1 FUNDACIÓN FINE. ....	7
2.2 MARCO TEÓRICO.....	12
2.3 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD .....	24
<b>3 DIAGRAMAS Y APARATOS</b> .....	<b>29</b>
3.1 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS .....	29
3.2 REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE .....	29
3.3 CARACTERÍSTICAS VIDEO JUEGOS.....	30
3.3.1 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS.....	49
3.4 RELEASE.....	50
3.5 ISSUES.....	50
3.6 ROLES .....	50
3.7 ARTEFACTOS Y DIAGRAMAS.....	51
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>63</b>
<b>4. CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS</b> .....	<b>63</b>
4.1 CONEXIÓN SMK CON LA PC .....	63
4.2 CONSTRUCCIÓN DE ASSETS.....	65
4.3 CONSTRUCCIÓN SISTEMA LÚDICO.....	69
4.3 PRUEBAS .....	88
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>101</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>102</b>
<b>LISTA DE REFERENCIAS</b> .....	<b>103</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Comparativo entre Metodología Scrum Y XP.....	21
Tabla 2. Número de Horas de capacitación a los terapistas de Fine.....	25
Tabla 3. Características necesarias de hardware de la factibilidad técnica.....	25
Tabla 4. Características necesarias de software de la factibilidad técnica.....	26
Tabla 5. Costos operacionales mano de obra.....	26
Tabla 6. Costos Operacionales capacitaciones.....	27
Tabla 7. Costos Técnicos Recursos y Materiales.....	27
Tabla 8. Costos Totales.....	27
Tabla 9. Caso de Uso Inicio de Partida.....	52
Tabla 10. Caso de Uso Escoger Opciones.....	53
Tabla 11. Caso de Uso Jugar de Partida.....	53
Tabla 12. Caso de Uso Penalti Kick.....	54
Tabla 13. Caso de Uso FINE FRUIT.....	55
Tabla 14. Caso de Uso MANIQUÍIS.....	56
Tabla 15. Caso de Uso FINE Aerobics.....	57
Tabla 16. Detalle Pruebas Compatibilidad SMK con PC.....	90
Tabla 17. Descripción Pruebas Funcionales.....	92
Tabla 18. Descripción de pruebas de usabilidad realizadas en FINE.....	96
Tabla 19. Descripción de pruebas de rendimiento realizadas en FINE.....	98

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplo de un Blueprint condición si el jugador esta sobre una línea de fuego.....	19
Figura 2. Representación de Motricidad Gruesa en extremidades superiores .....	32
Figura 3. MFG en extremidades superiores puesta de manzana en canasta .....	33
Figura 4. MFG en extremidades superiores toma de zanahoria del huerto.....	34
Figura 5. MFG en extremidades superiores puesta de zanahoria en canasta. ....	35
Figura 6. MFG en extremidades superiores toma de maíz de la planta.....	36
Figura 7. MFG en extremidades superiores ubicación de maíz en la canasta.....	37
Figura 8. MFG en extremidades superiores tocar globo lado izquierdo o derecho.....	38
Figura 9. MFG en extremidades superiores tocar el globo con 2 manos.....	39
Figura 10. MFG en extremidades superiores e inferiores tocar balones con las dos manos. ....	40
Figura 11. MFG en extremidades inferiores y superiores aplastar un color y topar un globo.....	41
Figura 12. Escenario de primer nivel de juego maniquís.....	42
Figura 13. MFG en extremidades superiores nivel arriba juego maniquí.....	43
Figura 14. Representación de Escenario de segundo nivel de juego maniquís.....	43
Figura 15. MFG en extremidades superiores nivel medio juego maniquí.....	44
Figura 16. Representación de Escenario de tercer nivel de juego maniquís.....	45
Figura 17. MFG en extremidades superiores nivel medio bajo juego maniquí.....	46
Figura 18. MFG en extremidades inferiores del lado izquierdo.....	47
Figura 19. MFG en extremidades inferiores del lado derecho .....	48
Figura 20. MFG en extremidades inferiores pierna izquierda.....	49
Figura 21. Representación de Secuencia de Caso de Uso Principal.....	51
Figura 22. Representación de Secuencia de Caso de Uso PENALTI KICK .....	54
Figura 23. Representación de Secuencia de Caso de Uso FINE FRUITS .....	55
Figura 24. Representación de Secuencia de Caso de Uso DRESS MANIQUÍS.....	57
Figura 25. Representación de Secuencia de Caso de Uso Maniquís .....	58
Figura 26. Representación del diagrama de la BDD del videojuego.....	59
Figura 27. Describe como se almacenan los juegos dentro de la tabla juego .....	60
Figura 28. Describe el contenido de la tabla Nivel.....	60
Figura 29. Describe el contenido de la tabla Asset.....	61
Figura 30. Describe el contenido de la tabla Animación. ....	61
Figura 31. Describe el contenido de la tabla Efecto y Sonido.....	62
Figura 32. Describe el contenido se la tabla Interfaz.....	62
Figura 33. Muestra cómo se debe conectar el SMK con el adaptador.....	64
Figura 34. Proceso de verificación de compatibilidad de Kinect con PC.....	64
Figura 35. Ejemplo de una Zesphere .....	65
Figura 36. Ejemplo de Simetría.....	66
Figura 37. Ejemplo de un muñeco cartónico.....	66
Figura 38. Ejemplo de Adaptive Skin.....	67
Figura 39. Ejemplo de Aplicar Mapéo UV en 3DS MAX.....	67
Figura 40. Ejemplo de Adherir Esqueleto Virtual.....	68
Figura 41. Ejemplo de método Skinning.....	68



Figura 42. Interface Epic Games Launcher y como crear un Juego en modo Third Person.....	71
Figura 43. Third Person Character contiene código y funciones importantes del juego.....	71
Figura 44. Describe la descarga del Plugin de Kinect para Unreal. ....	72
Figura 45. Describe la ubicación donde colocar el Plugin de Kinect para Unreal ....	72
Figura 46. Describe cómo habilitar el plugin de Kinect para Unreal. ....	73
Figura 47. Describe cómo se crea un Blueprint categoría Player Controller. ....	74
Figura 48. Describe cómo se asigna el KPC a nuestro proyecto.....	74
Figura 49. Describe cómo se asigna Kinect Interface y Kinect Posable Mesh al TPC.	75
Figura 50. Muestra cómo van colocados los elementos del nivel. ....	76
Figura 51. Ejemplo cómo crear un nuevo escenario.....	77
Figura 52. Ejemplo cómo crear un Terreno. ....	78
Figura 53. Ejemplo cómo agregar más polígonos al Terreno. ....	78
Figura 54. Ejemplo cómo agregar más polígonos al Terreno. ....	79
Figura 55. Ejemplo cómo rellenar el Terreno ....	79
Figura 56. Ejemplo Casa Armada.....	80
Figura 57. Ejemplo Colocar Árboles.. ....	80
Figura 58. Ejemplo Colocar Árboles.. ....	81
Figura 59. Describe el código utilizado para encontrar el jugador principal. ....	82
Figura 60. Función Get Joint Absolute Position que permite manipular el brazo del TCP. ....	82
Figura 61. Describe el Blueprint de la función Set Relative Location ....	83
Figura 62. Muestra el Static Mesh Manzana, Trigger Box. ....	83
Figura 63. Muestra el método Begin Overlap. ....	84
Figura 64. Describe evento Begin Overlap. ....	84
Figura 65. Describe cómo se activa una animación después de activarla con el Trigger Box. ....	85
Figura 66. Representación Static Mesh Arco con su trigger Box. ....	86
Figura 67. Describe el Blueprint Class Arquero y su Trigger Box. ....	86
Figura 68. Activa las animaciones después de tocar el Trigger Box Arquero. ....	87
Figura 69. Describe la función de Scores creada dentro del KPC.....	88
Figura 70. Describe la función Cast to KinectplayerController para activar Scores. ....	88

## **Resumen**

El presente trabajo aplica todo el conocimiento adquirido a través de nuestra carrera, para lo cual se detalla la siguiente información: Las Tecnologías de la Información han contribuido positivamente en la sociedad, la medicina es uno de los campos más beneficiados especialmente en el tratamiento de diferentes padecimientos. Es por ello que se ha utilizado la rehabilitación motriz conjuntamente con el desarrollo de Video Juegos y el dispositivo Kinect 2.0 para tratar a personas con discapacidades cognitivas emulando los ejercicios de Motricidad Fina y Gruesa que realizan en sus terapias de rehabilitación. Además, se maneja un motor de Video Juegos e Interfaces Naturales de Usuarios que permitan emular e interactuar en un ambiente parecido al real con los pacientes, motivándolos a cumplir con su tratamiento de forma amigable y divertida, acortando los tiempos de su recuperación.

## **Abstract**

The present work applies all the knowledge acquired through our career, for which the following information is detailed: Information Technologies have contributed positively in society, medicine is one of the fields most benefited especially in the treatment of different diseases. That's why rehabilitation has been used in conjunction with the development of Video Games and the Kinect 2.0 device to treat people with cognitive disabilities by emulating exercises of Fine and Gross Motor function that they realize in their therapies of rehabilitation. In addition, it manages a Video Games Engine and Natural User Interfaces that allow to emulate and interact in a similar environment with the patients, motivating them to comply with their treatment in a friendly and fun way, shortening the times of their recovery.

## **CAPÍTULO 1**

### **INTRODUCCIÓN**

Este proyecto de titulación busca ayudar en el proceso de rehabilitación de Motricidad Fina y Gruesa a personas con Discapacidades Cognitivas, mejorando en un alto grado el interés cuando se realiza una terapia y disminuyendo el estrés en los pacientes.

En el campo de la medicina el uso de TICS se ha convertido en la mejor herramienta para la aplicación de tratamientos, rehabilitaciones y procedimientos médicos; tomando en cuenta este precedente se crea un sistema lúdico de rehabilitación para personas con discapacidades cognitivas, con el objetivo de brindar un aporte al desarrollo psicomotor de los pacientes que albergan las diferentes fundaciones, hospitales e instituciones especiales; la realización de este proyecto se fundamenta en el conocimiento adquirido dentro de la Universidad Politécnica Salesiana y el trabajo de investigación, además de utilizar recursos de hardware y software que están orientados a la innovación.

Este documento consta de cinco capítulos, en los que se detallan los elementos necesarios para la construcción de videojuegos orientados a la rehabilitación de la Motricidad fina y gruesa.

El capítulo uno se expone la justificación del proyecto, el objetivo general y los objetivos específicos, además de la información referente a los antecedentes de las TICS dentro del campo de la medicina y los diferentes sistemas lúdicos existentes en el Ecuador, así mismo se encuentran los datos Fundación FINE que sirven de base para el proyecto.

El capítulo dos describe la información teórica acerca de la fundación patrocinadora del proyecto, las herramientas actuales que posee, las discapacidades cognitivas que

atiende, y las terapias de rehabilitación motriz que prestan a las personas con este padecimiento. Igualmente se detalla las herramientas tecnológicas (hardware y software), la metodología que se utiliza para desarrollar el sistema lúdico y un análisis de factibilidad con el fin de determinar si el sistema es rentable o no.

El tercer capítulo hace hincapié en la metodología Scrum para describir las “épicas e historias” del sistema, también describe los requerimientos funcionales y no funcionales, los diagramas de casos de uso y bases de datos que componen el producto final.

El capítulo cuatro se basa en la descripción del código relevante del sistema, las pruebas realizadas en el hardware y software, junto con las descripciones de errores que se presentan y las soluciones que se aplican a los mismos.

Para terminar la investigación en el capítulo cinco se describen las conclusiones y recomendaciones que se obtienen durante el desarrollo y la etapa de pruebas del sistema, así como una amplia fuente bibliográfica que se usa para la obtener información de ayuda.

## **ANTECEDENTES**

Las tecnologías de la información y la comunicación (Tics) son un factor de vital importancia en la transformación de la nueva economía global y en los rápidos cambios que están tomando lugar en la sociedad. En la última década, las nuevas herramientas tecnológicas de la información y la comunicación han producido un cambio profundo en la manera en que los individuos se comunican e interactúan en el ámbito de los negocios, y han provocado cambios significativos en la industria, la agricultura, la medicina, el comercio, la ingeniería y otros campos. (División de Educación Superior UNESCO, 2004, pág. 17)

El diccionario define la tecnología como el “conjunto de los conocimientos propios de un oficio mecánico o arte industrial”, o también como “el conjunto de los instrumentos y procedimientos industriales de un determinado sector o producto” <sup>1</sup>

Teniendo en cuenta lo planteado anteriormente, la tecnología no solo puede ser usada en un campo específico sino se extiende a un campo global, siendo el campo de la Salud uno de los más favorecidos, aplicándola en diferentes terapias de rehabilitación y logrando excelentes resultados en los pacientes.

Dentro de la rehabilitación se tiene varios tratamientos, entre ellos la Neuro-Rehabilitación en la cual interviene el uso de las Tecnologías en la Salud (TS) aplicadas en la creación de sistemas amigables e interactivos, permitiendo a personas con alguna lesión o discapacidad neurológica realizar sus terapias de una manera entretenida y amigable, evitando traslados, pérdida de tiempo, limitaciones de tipo logísticas por parte de los terapeutas.

FINE como complemento de sus terapias de rehabilitación emplea el uso de herramientas tecnológicas como son los videojuegos, mismos que sirven de apoyo tanto para los terapeutas como para sus alumnos. El objetivo principal de implementar estas herramientas es la de incentivar a sus pacientes a realizar los ejercicios asignados de acuerdo a cada caso lo más amigablemente posible.

El entorno tecnológico sobre el cual, realizan sus terapias actualmente presenta algunas dificultades ocasionando que los alumnos y terapeutas no puedan cumplir con su objetivo satisfactoriamente o simplemente no utilicen la herramienta. Además, debido

---

<sup>1</sup> (Diccionario de la Real Academia Española, 21 ed.).

a que es de software libre no contiene el acompañamiento y asesoramiento oportuno para solventar los diferentes problemas que se presentan al ejecutarlo.

## **JUSTIFICACIÓN**

En los últimos años la atención a personas discapacitadas en el país es una de los problemas sociales de mayor preocupación, debido a una baja cobertura y calidad, tanto en el sector público y en el sector privado.

Con la creación de los juegos de rehabilitación se piensa brindar un aporte hacia las personas con Discapacidades Cognitivas (DC) a fin de ayudar a su rehabilitación y aprendizaje de una manera entretenida.

Los alumnos de la Fundación Fine tienen dificultades con su normal procesamiento sensorial ocasionando un impedimento al interrelacionarse con personas y el realizar rutinas de su entorno, por ello se ha visto la factibilidad de realizar una solución informática que permita simular ejercicios de Motricidad Fina y Gruesa (MFG), mediante juegos lúdicos, ayudados por un Sensor de Movimiento Kinect (SMK). Los juegos antes mencionados tienen como finalidad ejecutar movimientos tales como: levantamiento y cruzamiento de extremidades superiores, cruzamiento de extremidades inferiores, tomar un elemento con la mano y movimiento de manos.

Existe una carencia de herramientas informáticas lúdicas en el Ecuador que sirvan de apoyo para los especialistas de la fundación FINE en el desarrollo de sus terapias de rehabilitación, dirigida hacia los alumnos de la misma. Es por ello que, en las diferentes visitas realizadas a la fundación antes mencionada, los terapeutas solicitan la generación de una solución informática, en este caso el de videojuegos que contengan las siguientes características: atractivos, interactivos y lúdicos, con la finalidad de incentivar a los pacientes a realizar ejercicios MFG mejorando y facilitando la calidad de vida de estas personas.

Al poner a prueba el sistema que actualmente usa FINE, para la rehabilitación de sus alumnos, se observa lo siguiente:

No reconoce correctamente las extremidades inferiores ni superiores del cuerpo del paciente, ocasionando que la interfaz de usuario final no sea tan amigable, el paciente al no poder identificarse correctamente con la imagen que se proyecta enfrente de él, no logra realizar satisfactoriamente su rutina de rehabilitación.

Al momento de manipular o topar algún objeto en el ambiente o escenario, este tarda demasiado en ser ejecutado, por lo cual no permite una fluidez en el desarrollo de la terapia escogida, sin obtener un resultado positivo por parte de alumno.

Los entornos contienen interfaces de usuario no tan amigables para el paciente lo que ocasiona que se desmotive y no cumpla exitosamente con su terapia.

## **OBJETIVO**

Desarrollar un sistema interactivo para entrenamiento y rehabilitación física de personas con discapacidades cognitivas dentro de la Fundación FINE, mediante la utilización del sensor de movimientos Kinect.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Investigar la teoría de sistemas lúdicos para el desarrollo de videojuegos de rehabilitación y su uso en el campo de la salud mediante SMK.

Investigar y simular los movimientos de motricidad que se realizan en una sesión de rehabilitación de personas con discapacidades cognitivas para crear las mecánicas de juego.

Desarrollar cuatro videojuegos lúdicos cada uno con tres niveles de dificultad mediante SMK, además que sirvan de base para la rehabilitación de personas con DC.



Desarrollo de Interfaces de Usuario a través de SMK como fuente de entrada de información e interacción con el usuario.

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO REFERENCIAL O INSTITUCIONAL**

#### **2.1 FUNDACIÓN FINE.**

FINE atiende a personas con (DC) de las cuales se destacan las siguientes: Síndrome de Down, Autismo, Síndrome de Asperger, Retraso Mental. Estas personas de acuerdo al tipo de padecimiento que posean presentan diferentes síntomas lo que dificulta en menor o mayor proporción una correcta integración en la sociedad. Por lo que la rehabilitación acompañada de un especialista es necesaria para bajar el impacto que este tipo de discapacidades producen hasta alcanzar un nivel tolerable de autonomía del paciente.

FINE es una organización no gubernamental sin fines de lucro, creada el 29 de septiembre de 1992. Está conformada por personas con discapacidad intelectual y múltiple como actores de su propio proceso, sus familias y profesionales comprometidos. (FUNDACIÓN FINE, 2012).

A lo largo de 20 años de gestión, FINE ha desarrollado programas de inserción social, educativa y laboral para jóvenes y adultos con discapacidad intelectual y múltiple, con enfoque integral y procesos de apoyo familiar, tendientes a la equiparación de oportunidades que faculten mejores condiciones de vida. Se enfatiza en la rehabilitación psico-social de personas con discapacidad intelectual que han sido víctimas de maltrato (familiar, institucional o comunitario) y violación sexual. (FUNDACIÓN FINE, 2012).

##### **2.1.1 SISTEMA UTILIZADO POR LA FUNDACIÓN FINE**

Pictogram Room (La Habitación de los Pictogramas) es un proyecto nacido de la colaboración del Grupo de Autismo del Instituto de Robótica de la Universidad de Valencia y la Fundación Orange que supone una forma lúdica y entretenida de avanzar

en áreas clave del desarrollo, aprovechando los puntos fuertes de cada persona.  
(ORANGE FOUNDATION, 2016)

Este sistema sirve de complemento para los terapeutas y como ayuda para las personas o pacientes en el tratamiento de sus diferentes padecimientos, debido a que los juegos que contiene La Habitación de los Pictogramas, pensados para aprovechar los puntos fuertes de las personas con autismo, se organizan dentro de varios bloques según su cometido a nivel pedagógico: Trabajo individual, Interacción con el educador, Conciencia de uno mismo, Atención, Imitación y Comunicación.  
(PICTOGRAM ROOM, 2011)

Las personas con algún grado de DC al tener un déficit en áreas como la comprensión de aspectos básicos relacionados tales como: el reconocimiento de uno mismo, de su entorno, atención conjunta, creación de vínculos emocionales, etc., pueden hacer uso de esta herramienta con la finalidad de reforzar las áreas en las que tienen un déficit creando independencia y mejorando su calidad de vida e integración en la sociedad.

## **2.1.2 DISCAPACIDADES QUE ATIENDE FINE**

### **2.1.2.1 SÍNDROME DE DOWN**

El síndrome de Down es una alteración genética que se produce por la presencia de un cromosoma extra (el cromosoma es la estructura que contiene el ADN) o una parte de él. Las células del cuerpo humano tienen 46 cromosomas distribuidos en 23 pares. Uno de estos pares determina el sexo del individuo, los otros 22 se numeran del 1 al 22 en función de su tamaño decreciente. Las personas con síndrome de Down tienen tres cromosomas en el par 21 en lugar de los dos que existen habitualmente; por ello, este síndrome también se conoce como trisomía. (Federación Down España, 2017).

Únicamente se ha demostrado un factor de riesgo, la edad materna (especialmente cuando la madre supera los 35 años) y, de manera muy excepcional, en un 1% de los

casos, se produce por herencia de los progenitores. Tampoco existen grados de síndrome de Down, pero el efecto que la presencia de esta alteración produce en cada persona es muy variable. Las personas con síndrome de Down muestran algunas características comunes pero cada individuo es singular, con una apariencia, personalidad y habilidades únicas. (Federación Down España, 2017).

Esta condición se encuentra asociada al retraso mental o discapacidad mental, no es una enfermedad y se produce espontáneamente en todas las razas. La detección temprana preferiblemente antes del parto ayuda a los especialistas a evaluar al paciente y mejorar su condición. Pero no solamente basta con la antes mencionado, sino que a posteriori también se debe aplicar rehabilitación la cual ayude a reforzar las áreas en las que tengan problemas los pacientes y disminuyan el impacto de su condición acelerando su desarrollo, logrando de esa manera darle una mejor calidad de vida.

#### **2.1.2.2 AUTISMO**

El autismo es una alteración que se da en el Neuro desarrollo de competencias sociales, comunicativas y lingüísticas y, de las habilidades para la simbolización y la flexibilidad. (fespau.es, 2012)

Este padecimiento es para toda la vida es decir no tiene cura y es difícil de identificar ya que en los primeros años no existe ninguna característica distintiva aparente que, de indicios del mismo, pero conforme pasa el tiempo se evidencia su padecimiento. Se presenta en cualquier grupo racial, étnico y social, y es cuatro veces más frecuente en los niños que en las niñas. El autismo daña la capacidad de una persona para comunicarse y relacionarse con otros. También, está asociado con rutinas y comportamientos repetitivos, tales como arreglar objetos obsesivamente o seguir rutinas muy específicas. Los síntomas pueden oscilar desde leves hasta muy severos. (INC, 2016)

Hay ciertas características que comparten las personas que contienen este tipo de alteración, por ejemplo: el aislamiento de la persona con su entorno, dificultad de relacionarse con personas, la hipersensibilidad, retraso en el habla y ausencia de intención comunicativa.

Estas personas habitualmente tienden a desarrollarse de una manera no convencional por lo que en ciertos casos el padecimiento viene acompañado con retraso mental o en ciertos casos no, algunas personas con autismo tienden a desarrollar cualidades en ciertas áreas volviéndose especialista en las mismas, por lo cual es necesario darles las herramientas necesarias para su correcto desenvolvimiento con la finalidad de mejorar su calidad de vida.

### **2.1.2.3 SÍNDROME DE ASPERGER**

Según la Federación de Asperger de España, “El síndrome de Asperger (AS) se encuentra dentro de la clasificación del Trastorno del Espectro del Autismo (TEA), considerado como un trastorno Neuro-biológico severo en el cual existen desviaciones o anomalías en los siguientes aspectos del desarrollo”:

- Conexiones y habilidades sociales
- Uso del lenguaje con fines comunicativos
- Características de comportamiento relacionados con rasgos repetitivos o perseverantes.
- Una limitada gama de intereses.
- En la mayoría de los casos torpeza motora (España, Federación Asperger, 2015)

Los individuos que padecen AS presentan dificultades como obsesión e interés por un determinado tema y no socializan con otras personas, la diferencia con otros trastornos severos de desarrollo es que estos pueden estructurar su lenguaje en forma normal, el

problema consiste en que el tema de conversación siempre será en torno al tema obsesivo de su interés.

Además de acuerdo a diversas investigaciones se ha determinado que su coeficiente intelectual va de normal a superior, pese a ello generalmente presentan problemas de aprendizaje ya que su canal de aprendizaje es literal.

#### **2.1.2.4 RETARDO MENTAL**

El retraso mental, llamado también retardo mental, abarca un amplio grupo de pacientes cuyas limitaciones en la personalidad se deben, esencialmente, a que su capacidad intelectual no se desarrolla lo suficiente para hacer frente a las necesidades del ambiente y poder, así, establecer una existencia social independiente.

El retardo mental generalmente es producto de una lesión cerebral que se produce durante o inmediatamente después del nacimiento, o es la consecuencia de un déficit en la maduración debido a que los estímulos ambientales provenientes de fuentes familiares, sociales o culturales han sido insuficientes para estimularla. Se muestra como una incapacidad o limitación, tanto psíquica como social, y generalmente es descubierta en la infancia. (ROTONDO, 2016)

Esta anormalidad dura toda la vida cuando es producto de una lesión cerebral y puede ser temporal cuando es producto de los factores sociales enunciados anteriormente. Y presentan las siguientes dificultades en el aprendizaje de habilidades básicas necesarias para el correcto desenvolvimiento de la persona que sufre este tipo de DC, se las han catalogado en cuatro grandes grupos: leves, moderados, severos y muy severos. Para ciertos casos se hace necesario la guía de un especialista durante toda su vida, sin embargo, con el pasar del tiempo los pacientes pueden aprender ciertas destrezas que les permitan mejorar su calidad de vida y por ello nuestro empeño por facilitar su desenvolvimiento cotidiano en algo mediante el uso adecuado de las TICs.

### **2.1.3 EJERCICIOS DE REHABILITACIÓN PARA MFG**

#### **2.1.3.1 MOTRICIDAD FINA**

El control de la motricidad fina es la coordinación de músculos, huesos y nervios para producir movimientos pequeños y precisos. (Medicine, 2017)

Además, el desarrollo de la misma empieza desde el nacimiento y la coordinación depende de la destreza de manos, destreza de dedos y un trabajo coordinado con la vista. Algunos ejemplos de esta motricidad fina son: dirección, puntería y precisión. Finalmente, se detalla varios movimientos realizados en la mencionada motricidad: rasgar, tomar pequeños objetos, colorear, encajar, escribir, recortar formas, apilar, abrochar y desabrochar botones etc.

#### **2.1.3.2 MOTRICIDAD GRUESA**

La motricidad gruesa es nuestra capacidad para mover los músculos del cuerpo de forma coordinada y mantener el equilibrio, además de la agilidad, fuerza y velocidad necesaria en cada caso. (ENESO, 2016)

Este tipo de motricidad actúa sobre grandes grupos musculares, por ejemplo: abdomen, brazos, cabeza, espalda y piernas lo que permite un control sobre movimientos como: girar sobre sí mismo, gatear, mantenerse de pie, caminar, saltar, etc. Además, comprende destrezas como desplazarse, explorar y experimentar con sus sentidos mediante lo cual concibe el entorno que lo rodea.

## **2.2 MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1 SISTEMAS LÚDICOS**

Es todo cuyo significado es relativo a entretenimiento o diversión como actividad placentera que fomenta la adquisición de conocimientos, creatividad y conformación de la personalidad.

Los videojuegos en la actualidad se han convertido en una herramienta de apoyo altamente utilizada en varios campos debido a que son altamente lúdicos y acortan el tiempo de recuperación de quien lo utilice. A continuación, se evalúa varios ejemplos:

- **Minecraft Education Edition:** Es una plataforma educativa la cual contiene dos perfiles la de profesor y alumno. El profesor crea en un mundo virtual con varios retos de supervivencia y el alumno debe cumplirlos trabajando la creatividad, la colaboración y la resolución de problemas del alumno.
- **Motmi:** este aplicativo trabaja sobre grupos musculares en general tratando problemas de salud como: accidente cerebro vascular (ACV), lesión deportiva, etc. La motivación y rehabilitación es su principal función al seguir una secuencia de movimientos aplicados de acuerdo a cada padecimiento.
- **Civilization:** videojuego de estrategia su objetivo principal el dirigir una civilización desde su inicio. El usuario puede crear una variedad de elementos como: medicina, inventar el alfabeto, la luz, el fuego, etc. Se trabaja sobre áreas como la invención, estrategia, autosuficiencia, conciencia social, valores cívicos y morales que enfrentan en su vida cotidiana.

### **2.2.1.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS JUEGOS LÚDICOS DE REHABILITACIÓN**

La principal característica de los videojuegos lúdicos de rehabilitación es generar un reto al cerebro activando funciones neurológicas, uno de los inconvenientes que se presenta en este tipo de videojuegos es la interacción con el medio, pero desde el punto de vista viso espacial actualmente se trata DC mediante videojuegos lúdicos, con la finalidad de captar información de una forma auditiva.



### **2.2.2 CONCEPTO DE VIDEO JUEGO**

Según Aarseth (2007) resalta: “Consisten en un contenido artístico no efímero (palabras almacenadas, sonidos e imágenes), que colocan a los juegos mucho más cerca del objeto ideal de las Humanidades, la obra de arte se vuelve visible y textualizable para el observador estético”<sup>2</sup>

Durante los últimos años los videojuegos han sido utilizados en un sin número de aplicaciones que van desde el aspecto lúdico hasta el aspecto del trabajo. Dentro del aspecto artístico es considerado como un tipo de narración e inclusive un arte, en el campo de la multimedia se lo utiliza para crear simulaciones en tiempo real, así como en la educación es una fuerte herramienta que fomenta la experiencia y el aprendizaje constructivista, proporcionando diversos contenidos de aprendizaje y en la psicología ayuda para el estudio del comportamiento humano.

### **2.2.3 MOTOR DE VIDEO JUEGOS**

Un motor de Video Juegos es un sistema formado por un conjunto de herramientas tales como: rutinas de programación, modelos 2D, 3D y animaciones, que ayudan al diseño, creación, simulación y representación de un videojuego.

Su función principal es dotar al juego de un motor gráfico para el renderizado de los modelos y animaciones que forman el videojuego, aunque a menudo los motores incorporan un entorno de desarrollo formado por varias herramientas para facilitar a los desarrolladores el trabajo, como un motor de físicas o un motor de colisiones. (GamerDic, 2017)

Para el desarrollo de la aplicación se utiliza el motor de Video juegos Unreal Engine en su versión 4.16, debido a las siguientes razones:

---

<sup>2</sup>Game Classification and Game Design: Construction Through Critical Analysis, Christian Elverdam and Espen Aarseth, 2007.

- Es el motor de videojuego gratuito, número uno en la actualidad para desarrollo.
- Cuenta con una curva de aprendizaje amigable, generando una rápida familiarización con las herramientas integradas en el mismo.
- Incorpora una nueva tecnología llamada Blueprints la cual permite desarrollar un videojuego 100% sin la necesidad de crear código.
- Ofrece una extensa documentación tanto en manuales y videos tutoriales actuales.
- Tiene una amplia comunidad de usuarios a nivel mundial.

## **2.2.4 HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN TERAPIAS DE NEURO - REHABILITACIÓN**

En el siguiente apartado se detalla el software y hardware utilizado en el desarrollo de los videojuegos FINE FRUITS, PENALTI KICK, DRESS MANIQUÍ, FINE AEROBICS.

### **2.2.4.1 HARDWARE**

#### **2.2.4.1.1 DISPOSITIVO KINECT**

Kinect es un dispositivo, inicialmente pensado como un simple controlador de juego, que gracias a los componentes que lo integran: sensor de profundidad, cámara RGB, array de micrófonos y sensor de infrarrojos (emisor y receptor), es capaz de capturar el esqueleto humano, reconocerlo y posicionarlo en el plano. (DEVELOPERS, 2012). Este dispositivo interactúa mediante una interfaz natural de usuario (NUI) la misma que no emplea mecanismos de entrada habituales en videojuegos tradicionales como, por ejemplo: joystick, mouse, etc. Sino que los mandos de control empleados al trabajar con las NUI y el dispositivo son movimientos gestuales del cuerpo lo que permite interactuar e introducir dentro del ambiente del juego.

El hardware de Kinect está compuesto por la cámara y el proyector de luz infrarroja, añadido al firmware y a un procesador que utiliza algoritmos para procesar las imágenes tridimensionales. (ideasgeek, 2013).

Debido a la información que se obtiene de este dispositivo es posible emplearla en la programación de videojuegos tomando en cuenta que para el correcto uso del Kinect se debe cumplir con varias particularidades, siendo los más importantes: tener una superficie de proyección una pared o un espacio en blanco para desplegar el videojuego, una distancia mínima de reconocimiento de los objetos que interactúan, un adecuado posicionamiento del dispositivo, etc. (Todos los requisitos técnicos están descritos en la página de Descargas).

#### **2.2.4.2 SOFTWARE**

##### **2.2.4.2.1 ZBRUSH**

Es un programa digital de escultura y pintura que ha revolucionado la industria 3D con sus potentes funciones y flujos de trabajo intuitivos. (PIXOLOGIC, 2017).

Zbrush tiene la capacidad de esculpir un concepto personalizado únicamente limitado por la imaginación de quien lo utilice. Estos objetos pueden ser esculpidos en formato 2D y 3D además permite personalizar diferentes características como la iluminación, efectos atmosféricos, etc.

Este software permite renderizar imágenes sin la necesidad de una tarjeta de video en la mayoría de los casos, y sumado a las características antes mencionadas hacen que este software sea atractivo y muy utilizado por diferentes tipos de diseñadores en diferentes campos como: la industria del cine, videojuegos e ilustración.

##### **2.2.4.2.2 3DS MAX**

Autodesk 3ds Max (anteriormente 3D Studio Max) El software de modelado y renderización 3D permite crear gigantescos mundos en juegos, sorprendentes escenas

para visualización del diseño y atractivas experiencias de realidad virtual (VR).  
(AUTODESK, 2017).

3ds Max permite crear animaciones y modelos 3D de calidad profesional debido a su conjunto de herramientas y plugins propios del software, facilitando la creación de componentes en tiempo real. Estos componentes posteriormente pueden ser importadas y utilizadas en diferentes ambientes según los diferentes requerimientos de artistas y profesionales involucrados en el diseño.

#### **2.2.4.2.3 UNREAL ENGINE 4**

Unreal Engine es un motor de videojuegos creado por la compañía Epic Games, este software ofrece un conjunto de herramientas de desarrollo que facilitan el trabajo a los diseñadores y artistas en lo que respecta a visualización de entornos y de construcciones en tiempo real. (Epic Games, 2017).

Unreal Engine 4 es una suite completa de herramientas de desarrollo de juegos realizados por los desarrolladores. Permite crear desde juegos simples en 2D a imágenes de alta calidad impresionantes, además le da el poder para desarrollar su juego y sin problemas para desplegar dispositivos iOS, Android, Computadoras y Consolas.

Finalmente, este software crea los flujos de procesos mediante dos opciones la primera es el uso de secuencia de comandos denominados como BluePrint Visual Scripting y mediante la programación en C++ el cual facilita enormemente la programación de prototipos, simulaciones y visualizaciones.

#### **2.2.4.2.4 ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN EL DESARROLLO DE VIDEOJUEGOS.**

Los siguientes elementos son los que se deben tener en cuenta para el desarrollo del sistema tanto en el diseño como la elaboración de Blueprints:

- **Assets.** - Elementos que componen un video juego (Avatar, animaciones, paredes etc.)
- **Third Person.** - Tipos de juegos donde el jugador tiene una vista detrás del personaje.
- **Modelado 3d.** - Representación visual computarizado de cualquier objeto tridimensional.
- **Coordenadas Mapas Uv.** - Una forma de agregar una imagen (Textura) a un objeto 3d.
- **Oclusión Ambiental.** - Consiste en un proceso ambiental que simula la iluminación de una fuente propagación de luz, por ejemplo, luz que provoca un foco fluorescente.
- **Static Mesh.** – Es una clase estática la cual posee una característica especial a diferencia de las animaciones y es que se le puede agregar código.

#### 2.2.4.2.5 BLUEPRINT VISUAL SCRIPTING

Es un sistema de secuencias especiales de comandos que proporcionan una interfaz basada en nodos intuitiva, para crear elementos del juego desde Unreal Editor. Al igual que con muchos lenguajes de scripting comunes, se utiliza para definir clases orientadas a objetos (OOP) y realizar scripting de eventos de nivel. (Unreal Engine, 2017).

Este sistema es extremadamente flexible y potente, otorgando a los diseñadores y programadores las herramientas basadas en conceptos virtuales sin la necesidad de escribir código. (Unreal Engine, 2017).

Al utilizar la tecnología Blueprint Visual Scripting de Unreal se puede acceder a una amplia lista de código basado en el lenguaje de programación C++, que permite crear un sin número de funcionalidades dentro de un ambiente virtual de una manera fácil y

rápida sin la necesidad de generar código (figura 1), en caso de que una función Blueprint no este definida, existe la posibilidad de crear una nueva mediante código C++ para luego ser llamada desde las clases de Blueprint.

Mediante el uso de Blueprints se pueden crear, personalizar y modificar elementos de juego como:

- Reglas, condiciones de un juego.
- Mallas, materiales o personajes.
- Perspectivas de cámaras.
- Dispositivos de entrada.
- Ambientes.
- Ítems (Triggers, Spawns etc.).



## 2.2.5 METODOLOGÍA SCRUM

Scrum es una metodología ágil de desarrollo, aunque surgió como modelo para el desarrollo de productos tecnológicos, también se emplea en entornos que trabajan con requisitos inestables y que requieren rapidez y flexibilidad; situaciones frecuentes en el desarrollo de determinados sistemas de software. (World, 2015)

Es una metodología de desarrollo muy simple, que requiere trabajo duro porque no se basa en el seguimiento de un plan, sino en la adaptación continua a las circunstancias de la evolución del proyecto. (World, 2015) Scrum es una metodología ágil, y como tal:

- Es un modo de desarrollo de carácter adaptable más que predictivo.
- Orientado a las personas más que a los procesos.
- Emplea la estructura de desarrollo ágil: incremental basada en iteraciones y revisiones.
- Se comienza con la visión general del producto, especificando y dando detalle a las funcionalidades o partes que tienen mayor prioridad de desarrollo y que pueden llevarse a cabo en un periodo de tiempo breve (normalmente de 30 días).
- Cada uno de estos periodos de desarrollo es una iteración que finaliza con la producción de un incremento operativo del producto.

Estas iteraciones son la base del desarrollo ágil, y Scrum gestiona su evolución a través de reuniones breves diarias en las que todo el equipo revisa el trabajo realizado el día anterior y el previsto para el día siguiente. (World, 2015)

A continuación, se presenta la tabla 1 en la que se observa un comparativo entre las metodologías SCRUM y XP:

Tabla 1. Comparativo entre Metodología Scrum Y XP.

SCRUM	EXTREME PROGRAMING (XP)
Iteraciones o Sprint tienen un tiempo de entrega de cuatro semanas.	Iteraciones más rápidas de una a tres semanas.
Al terminar una tarea y se le entrega al cliente esta no se la puede modificar.	Las tareas que se entregan al cliente son susceptibles durante el transcurso de todo el proyecto.
El orden de prioridades puede ser modificado si así lo determina el Scrum Team.	Las prioridades definidas por el cliente no pueden ser modificadas, una vez que se establecen siguen un orden estricto.
Metodología de desarrollo ágil que se basa en administrar el proyecto.	Se centra programación o creación del producto.
Los integrantes del "Scrum Team" trabajan individualmente.	Se crean parejas de trabajo.

Descripción: Cuadro comparativo entre Metodología Scrum Y XP

Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero.

### 2.2.5.1 ROLES DE SCRUM

#### 2.2.5.1.1 SCRUM MASTER

El Líder del Proyecto es un integrante quien asegura que el proceso sea utilizado como es debido y que las reglas se cumplan, dando de esta forma fluidez y jerarquía al desarrollo de nuestra solución informática.

Como líder del proyecto se asigna a César Rosero.



#### **2.2.5.1.2 EQUIPO**

El equipo de trabajo se encuentra conformado por dos integrantes, mismos que tienen la responsabilidad de adaptar las mecánicas del juego a la solución informática, además de cumplir con la entrega del producto final.

#### **2.2.5.1.3 STAKEHOLDERS**

Dentro del análisis de funcionalidades de la solución informática para su posterior adaptación al proceso, se identificaron los siguientes involucrados:

- Especialistas en rehabilitación física: colabora en la generación de secuencia de movimientos realizados en sus terapias, los cuales se implementan en las mecánicas de videojuegos para personas con discapacidades cognitivas.
- Personas con discapacidades cognitivas: ayudan en la ejecución de las funcionalidades de la solución informática contribuyendo y generando una continua mejora al proceso.

#### **2.2.5.1.4 SPRINTS**

El avance se realiza de acuerdo con la disposición de tiempo de los integrantes del proyecto, para lo cual se ha estimado un tiempo de trabajo distribuido de la siguiente manera: 2 horas diarias de lunes a viernes, sábado y domingos durante 6 horas. Se emplea de este modo el máximo tiempo definido por la metodología SCRUM que es de un mes por cada sprint, dando como resultado los siguientes ítems:

Sprint 1: Se realiza pruebas de detección de movimiento con el dispositivo Kinect con la finalidad de medir la distancia y posicionar correctamente al individuo, además de probar su correcto funcionamiento. Posteriormente se realizan las pruebas al motor de juegos Unreal el mismo que brindan los diferentes escenarios y componentes diseñados para la generación de las mecánicas del juego dentro de la solución.

Finalmente, Kinect y Unreal se integran creando el ambiente adecuado para la simulación de los ejercicios realizados por los alumnos de FINE en sus terapias.

Sprint 2: En base a la experiencia de los especialistas de la Fundación FINE en el tratamiento de personas con discapacidades cognitivas se realizaron ejercicios sencillos de motricidad fina y gruesa para las mecánicas de juego como, por ejemplo: movilizar extremidades inferiores y superiores del cuerpo, tomar objetos con la mano, reconocer formas o figuras y seguir una secuencia de pasos ordenadamente.

Para la primera versión se ejecutó las pruebas de funcionamiento en donde se evalúan las mecánicas básicas de detección de gestos, desplazamiento, movimiento de escenario.

Sprint 3: Se realiza todos los escenarios con sus respectivos componentes, los mismos que se apegan a los procesos levantados a través de los requerimientos de los especialistas de FINE, a continuación, se detalla los diferentes eventos que se accionan: inicio de juego, fin de juego, juego ganado, nivel de cumplimiento, nivel de dificultad y la mecánica de los videojuegos los cuales son probados en esta fase.

Sprint 4. Se crearon las mecánicas finales de los videojuegos y se añadieron audios, mensajes de texto y animaciones para incentivar a los alumnos de FINE, además se realizaron las pruebas finales de funcionamiento para lo cual los estudiantes conjuntamente con los especialistas de FINE probaron uno a uno cada videojuego desarrollado.

#### **2.2.5.2 DIAGRAMAS DE CASO DE USO UML**

Debido a que la solución informática interactúa con el usuario constantemente se utiliza diagramas de caso uso, los mismos que ayudan a entender de una manera gráfica y mucho más amigable las funcionalidades implementadas.

Los diagramas de caso de uso sirven para que el usuario pueda visualizar el comportamiento del sistema y las acciones a tomar dependiendo de cada situación

generada por el flujo esperado ayudando de esta manera a entender el comportamiento del sistema lúdico.

Los diagramas de caso de uso se van adaptando conforme se avanza en el análisis de la solución.

### **2.2.5.3 REUNIONES**

Se realiza reuniones semanales con la finalidad de registrar los cambios y el avance en el desarrollo de cada sprint, estas reuniones se llevan a cabo remotamente a través de la herramienta Skype con una duración de 30 minutos debido a la distancia que separa a los integrantes del equipo de trabajo y al horario laboral. Las reuniones brindan estadísticas del porcentaje de cumplimiento, las cuales sirven para la toma de decisiones en el caso de que existiera algún imprevisto en la generación del siguiente sprint.

## **2.3 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD**

### **2.3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL**

El estudio de factibilidad hace referencia a la evaluación de un proyecto en base a la parte técnica, tecnológica y financiera. El resultado que se obtiene de estos datos ayuda en la toma de decisiones y la viabilidad de su implementación.

Dentro del presente estudio de factibilidad se tiene varios aspectos importantes que ayudan a tomar la decisión sobre el desarrollo del proyecto, cada aspecto tiene un grado de complejidad ya que brinda el estado de los recursos con los cuales se cuenta para realizar el proyecto.

### **2.3.2 FACTIBILIDAD OPERATIVA**

La factibilidad operativa ayuda a determinar si la aplicación informática actual en este caso el desarrollo de videojuegos se ejecuta correctamente por los alumnos y terapeutas de FINE, obteniendo del mismo los mejores resultados.

Se capacita tanto alumnos como especialistas en el manejo del software durante 20 horas detallado a continuación:

Tabla 2. Número de Horas de capacitación a los terapeutas de Fine

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	HORA/TRABAJO
1	Capacitación Terapeutas	20

Descripción: Insumos Operativos  
Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero

Este proyecto al ser personalizado y lúdico disminuye el tiempo de respuesta y adaptación de los alumnos contribuyendo positivamente a su recuperación y mejorando su calidad de vida. Por lo tanto, es factible.

### 2.3.3 FACTIBILIDAD TÉCNICA

La factibilidad técnica hace referencia al conjunto de tecnologías tanto de hardware como de software, que debe tener FINE para la correcta ejecución de la aplicación informática (videojuegos) de acuerdo a sus requerimientos y necesidades.

Con el fin de cumplir todos los requerimientos necesarios para el desarrollo de los videojuegos, se definen los siguientes recursos técnicos (tabla 3 y 4), haciendo énfasis en la tecnología actual y de fácil acceso, pero dándole un gran uso, estas herramientas son:

Tabla 3. Características necesarias de hardware de la factibilidad técnica.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	Computadora Portátil Dell Inspiration 14, Core I5, 300 GB Disco Duro, Memoria RAM 4GB, Tarjeta de Video 256 Mb, usb3.0
1	Sensor de Movimiento Kinect Versión 2
1	Cable Adaptador USB Kinect a PC

Descripción: Detalle de requisitos de Hardware.  
Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero

Tabla 4. Características necesarias de software de la factibilidad técnica.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	Sistema Operativo Windows 10 64 bits
1	SDK 2.0 Kinect para Windows
1	Direct X 11

Descripción: Detalle de requisitos de Software.  
 Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero.

FINE actualmente dispone con todos los requisitos expuestos anteriormente por lo tanto cumple con la factibilidad técnica.

### 2.3.4 FACTIBILIDAD ECONÓMICA

Se refiere a los recursos económicos y financieros necesarios para desarrollar o llevar a cabo el desarrollo de los videojuegos considerando el costo del tiempo, el costo de la realización y el costo de adquirir nuevos recursos.

Los requerimientos económicos tienen un gran peso al momento de desarrollar una aplicación informática por lo tanto se definen basándose en el costo beneficio que representa el desarrollar el actual proyecto (tabla 5, 6, 7 y 8), a continuación, se detalla cada uno de ellos:

Tabla 5. Costos operacionales mano de obra.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	HORA/TRABAJO	COSTO/HORA/TRABAJO	TOTAL
1	Programador	320	10	2.100
1	Diseñador	320	10	2.100
			<b>TOTAL</b>	<b>4.200</b>

Descripción: Costo de mano de obra empleada en el desarrollo.  
 Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero

Tabla 6. Costos Operacionales capacitaciones.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	HORA/TRABAJO	COSTO/HORA/TRABAJO	TOTAL
1	Capacitación Terapeutas	20	8	160
<b>TOTAL</b>				<b>160</b>

Descripción: Detalle costo de capacitaciones.  
Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero

Tabla 7. Costos Técnicos Recursos y Materiales.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO	TOTAL
1	Equipo Portátil	700	700
1	Dispositivo Kinect	150	150
1	Cable Adaptador USB	50	50
1	Memoria USB	20	20
<b>TOTAL</b>			<b>950</b>

Descripción: Detalle costo de recursos y materiales.  
Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero

Tabla 8. Costos Totales.

RECURSOS	COSTO
Costos Operacionales	4.200
Recursos Materiales o Varios	950
Otros Recursos	160
Imprev. 5%	215,5
<b>TOTAL</b>	<b>5.525,5</b>

Descripción: Detalle costos totales.  
Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero

Una vez que se detallan todos los gastos que intervienen en el desarrollo de los videojuegos, se constata que la mayoría de elementos ya los contiene FINE. Además,

debido a que el presente sistema es un proyecto de titulación no incurre en todos los gastos expuestos anteriormente por lo cual la factibilidad económica es realizable cumpliendo con todos los ítems expuestos anteriormente.

## **CAPÍTULO III**

### **3 DIAGRAMAS Y APARATOS**

#### **3.1 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS**

FINE dispone de una infraestructura de hardware propia, la cual facilita el uso de sistemas interactivos a fin de realizar las N-R en sus pacientes.

Luego de un análisis detenido sobre el sistema que utiliza FINE, se ha visto como óptimo el desarrollo de un sistema interactivo que cuente con ejercicios de MFG, tanto superior como inferior, reconocimiento de secuencias y rutinas. El sistema es solicitado por la necesidad de obtener una mejor respuesta de parte de los pacientes y en lo que se refiere a reducir tiempos de rehabilitación y adaptación.

La fundación cuenta con terapeutas los cuales poseen amplios conocimientos en el campo de la N-R, que aportan al análisis de los requerimientos y la definición de las necesidades de FINE para aplicarlas al sistema.

#### **3.2 REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE**

##### **3.2.1 DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTO**

Un requerimiento especifica o detalla el comportamiento de nuestra aplicación informática.

Además, según IEEE es: “Una condición o capacidad que debe estar presente en un sistema o componentes de sistema para satisfacer un contrato, estándar, especificación u otro documento formal.” (Associates, 1992).

##### **3.2.2 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES**

Define lo que se espera que un sistema realice y describe la interacción entre el sistema y el entorno, asimismo se detalla los servicios o funciones que provee el mismo.

A continuación, se detallan los requisitos funcionales de nuestra aplicación informática:



- Cada videojuego realiza una terapia diferente de acuerdo al padecimiento del alumno.
- Los videojuegos constan de tres niveles cada uno, y cada nivel con un diferente ejercicio de terapia.
- Los videojuegos son diferentes y cada nivel trabaja áreas específicas de MFG. El entorno de cada videojuego es amigable e interactivo motivando al usuario final a utilizarlo.
- La interface natural de usuario (NUI) facilita la navegabilidad e interacción de los alumnos de Fine mediante el reconocimiento del cuerpo.

### **3.2.3 REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES**

Los requerimientos no funcionales hacen referencia a las características que pueden de alguna manera limitar el sistema, por ejemplo: el rendimiento, interfaces de usuario, fiabilidad, disponibilidad, mantenimiento, seguridad, portabilidad, estándares, etc. A continuación, se detallan algunos requisitos:

- Los videojuegos se visualizan correctamente con cualquier dispositivo Sensor de Movimiento Kinect 2.0 Xbox One.
- Para identificación correcta del cuerpo mediante el Sensor de Movimiento Kinect se debe tomar una distancia de 2.3 m como mínimo.
- La proyección de los videojuegos se la realiza sobre una superficie de preferencia blanca.

### **3.3 CARACTERÍSTICAS VIDEO JUEGOS**

Los videojuegos desarrollados atienden diferentes necesidades de los pacientes de la fundación FINE, aplicados a la N-R tales como la MFG, y reconocimiento de su entorno; cada juego consta de tres niveles de dificultad detallados a continuación.

### **3.3.1 FINE FRUITS**

El juego se basa en recoger ya sea de un árbol sus frutos y de la tierra legumbres, para luego colocarlas en una cesta. Simulando ejercicios de N-R de una forma entretenida, sencilla y amigable, estimulando la motricidad fina y gruesa de los pacientes. Para lo cual consta de tres niveles.

#### **3.3.1.1 NIVEL 1**

El paciente realiza ejercicios de MFG de las extremidades superiores por medio de la recolección de manzanas de diferente color (cada color asignado a una extremidad), las cuales están ubicadas en un árbol, al momento de coger una fruta esta se adhiere a la mano del paciente para luego llevarla y colocarla en la cesta; por lo cual realiza los siguientes ejercicios:

- El paciente levanta el brazo derecho o izquierdo en forma perpendicular al suelo, logrando estimular las siguientes partes del cuerpo (Figura 2):
  - Brazos.
  - Hombros.
  - Cintura.
  - Flexores laterales del tronco.
  
  - Dorsales.
  - Oblicuos.
  - Abdominales.



## Ejercicio 1



Figura 2. Representación de Motricidad Gruesa en extremidades superiores Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero.

- El paciente baja el brazo derecho e izquierdo (Figura 3), logrando estimular las siguientes partes del cuerpo:
  - Brazos
  - Hombros
  - Cintura
  - Flexores laterales del tronco
  - Muslos
  - Espalda
- Así como los músculos:
  - Dorsales
  - Oblicuos
  - Abdominales
  - Cuádriceps



## Ejercicio 2

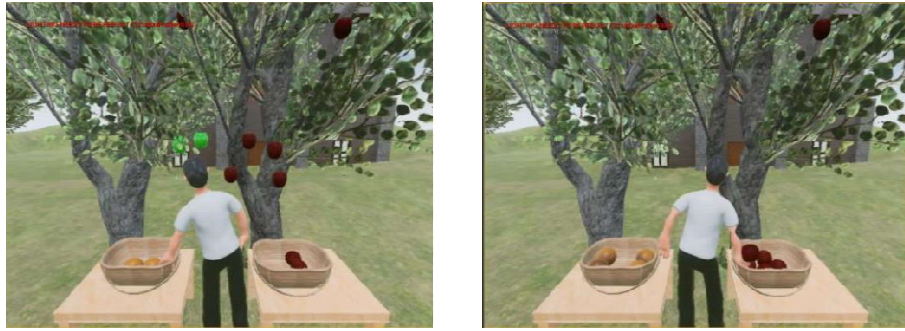


Figura 3. MFG en extremidades superiores puesta de manzana en canasta Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero.

### 3.3.1.2 NIVEL 2

El paciente realiza ejercicios de MFG de las extremidades superiores, por medio de la recolección de zanahorias, al momento de recoger una zanahoria esta se adhiere a la mano del paciente, para luego llevarla y colocarla en la cesta; por lo cual realiza los siguientes ejercicios:

- El paciente mueve el brazo derecho e izquierdo hacia adelante en un ángulo de  $45^{\circ}$  en forma horizontal (Figura 4), logrando tratar las siguientes partes del cuerpo:
  - Brazos
  - Hombros
  - Cintura
  - Flexores laterales del tronco
  - Espalda
  - Piernas
  - Muslos
  - Pantorrillas



- Así como los músculos:
  - Dorsales
  - Oblicuos
  - Cuádriceps
  - Abdominales
  - Gemelos (interno y externos)

### Ejercicio 3

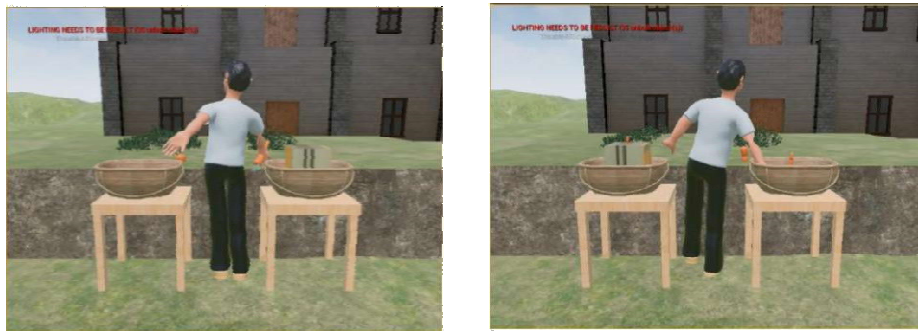


Figura 4. MFG en extremidades superiores toma de zanahoria del huerto Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero.

- El paciente mueve el brazo derecho e izquierdo hasta la altura de la cintura, luego gira 40° colocando la zanahoria en el cesto (Figura 5), logrando tratar las siguientes partes del cuerpo:

- Brazos
- Hombros
- Cintura
- Flexores laterales del tronco
- Espalda
- Piernas
- Muslos





- Así como los músculos:
  - Dorsales
  - Oblicuos
  - Cuádriceps
  - Abdominales.

#### Ejercicio 4

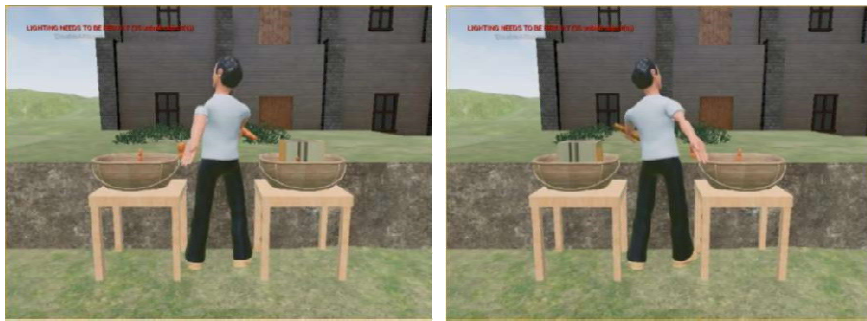


Figura 5. MFG en extremidades superiores puesta de zanahoria en canasta.  
Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero.

#### 3.3.1.3 NIVEL 3

El paciente realiza ejercicios MFG de las extremidades superiores por medio de la recolección de choclos, los cuales están ubicadas en un árbol de maíz de manera opuesta a cada extremidad, al momento de coger un choclo este se adhiere a la mano del paciente para luego llevarlo y colocarlo en la cesta; por lo cual realiza los siguientes ejercicios:

- El paciente levanta el brazo derecho o izquierdo de manera cruzada, en forma perpendicular al suelo (Figura 6), logrando tratar las siguientes partes del cuerpo:
  - Brazos
  - Hombros
  - Cintura



- Flexores laterales del tronco

- Espalda

- Así como los músculos:

- Dorsales

- Oblicuos

- Abdominales.

### Ejercicio 5



Figura 6. MFG en extremidades superiores toma de maíz de la planta..  
Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero.

- El paciente baja el brazo derecho o izquierdo a la altura de la cintura (Figura

7), logrando tratar las siguientes partes del cuerpo:

- Brazos

- Hombros

- Cintura

- Flexores laterales del tronco

- Muslos

- Espalda

- Así como los músculos:

- Dorsales

- Oblicuos



- Abdominales
- Cuádriceps.

#### Ejercicio 6



Figura 7. MFG en extremidades superiores ubicación de maíz en la canasta.  
Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero.

### 3.2.2 FINE AEROBICS

El juego consiste en realizar ejercicios aeróbicos de un entorno cotidiano, donde el paciente realiza tres rutinas, cada una definida en un nivel los cuales tienen su complejidad con el aumento de interacciones. Simulando ejercicios de N-R de una forma entretenida, sencilla y amigable, estimulando la MFG de los pacientes, conjuntamente con el reconocimiento de actividades deportivas cotidianas que se realizan en el hogar.

#### 3.2.2.1 NIVEL 1

Consiste en el reconocimiento y seguimiento de colores basados en una rutina de aeróbicos entregados por FINE, en donde el paciente realiza ejercicios de MFG de las extremidades superiores. Al momento de reconocer un globo por el color el paciente levanta el brazo correspondiente a dicho globo para reventarlo, por lo cual realiza los siguientes ejercicios:

- El paciente levanta el brazo izquierdo o derecho dependiendo del color del globo en forma horizontal (Figura 8), logrando tratar las siguientes partes del cuerpo:

- Brazos
- Hombros
- Cintura
- Flexores laterales del tronco

- Así como los músculos:

- Dorsales
- Oblicuos
- Abdominales

#### Ejercicio 7

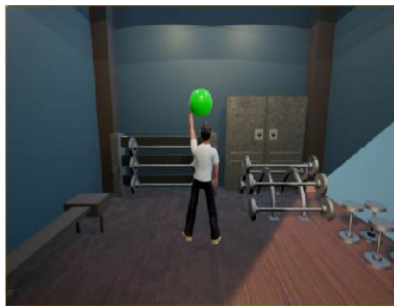


Figura 8. MFG en extremidades superiores tocar globo lado izquierdo o derecho.  
Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero.

- El paciente levanta ambos brazos a la vez dependiendo del color del globo en forma horizontal (Figura 9), logrando tratar las siguientes partes del cuerpo:

- Brazos
- Hombros
- Cintura
- Flexores laterales del tronco





- Así como los músculos:
  - Dorsales
  - Oblicuos
  - Abdominales

#### Ejercicio 8



Figura 9. MFG en extremidades superiores tocar el globo con 2 manos.  
Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero.

#### 3.2.2.2 NIVEL 2

Consiste en realizar una rutina de aeróbicos entregados por FINE, en donde el paciente realiza ejercicios de MFG de las extremidades superiores e inferiores. Al momento de reconocer los globos el paciente levanta los brazos hacia adelante y realiza un sentadilla con el objetivo de reventar los globos, por lo cual realiza los siguientes ejercicios:

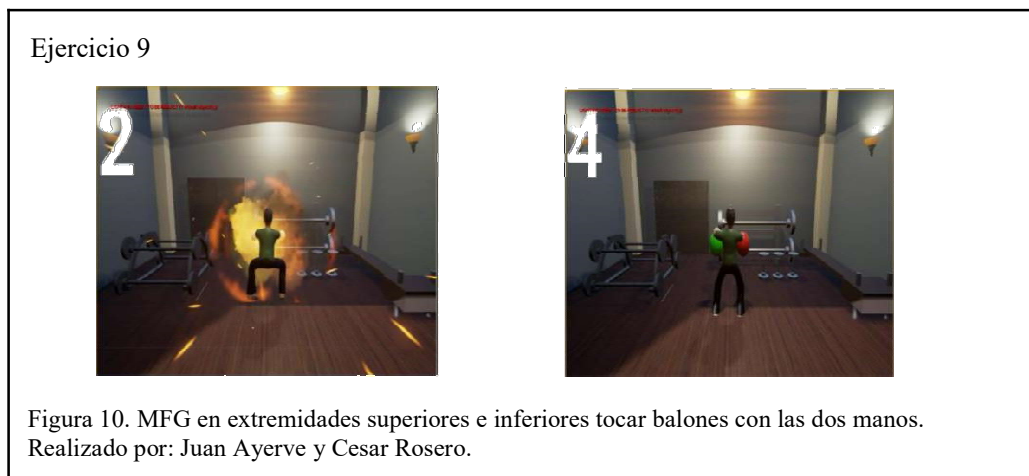
- El paciente levanta los brazos izquierdo y derecho hacia adelante y realiza sentadillas (Figura 10), logrando tratar las siguientes partes del cuerpo:
  - Brazos
  - Hombros
  - Cintura
  - Flexores laterales del tronco
  - Piernas



- Muslos
- Pantorrillas

• Así como los músculos:

- Dorsales
- Oblicuos
- Abdominales.
- Gemelos (interno y externos)
- Cuádriceps



### 3.2.2.3 NIVEL 3

Este nivel consiste en realizar una rutina de aeróbicos entregados por FINE, en donde el paciente realiza ejercicios de MFG de las extremidades superiores e inferiores. El paciente debe seguir la instrucción que le da el juego, esta instrucción le indica que extremidad inferior (izquierda o derecha) debe presionar el botón, una vez presionado levanta los brazos para reventar el globo, por lo cual realiza los siguientes ejercicios:

- El paciente mueve las extremidades inferiores y superiores de una forma alternada (Figura 11), logrando tratar las siguientes partes del cuerpo:

- Brazos



- Hombros
- Cintura
- Flexores laterales del tronco
- Piernas
- Muslos
- Pantorrillas

• Así como los músculos:

- Dorsales
- Oblicuos
- Abdominales.
- Gemelos (interno y externos)
- Cuádriceps

Ejercicio 10

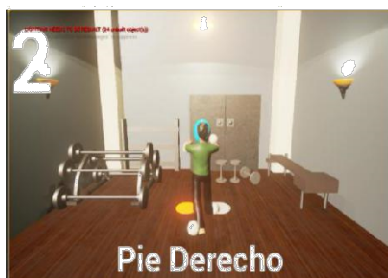


Figura 11. MFG en extremidades inferiores y superiores aplastar un color y topar un globo.  
Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero.

### 3.2.3 DRESS MANIQUÍ

El juego consiste en reconocer las partes del cuerpo humano, así como las prendas de vestir que se usan diariamente, el paciente busca y localiza la prenda en una serie de imágenes, luego se la arrastra hacia su respectiva parte del cuerpo hasta terminar de vestirlo correctamente.



### 3.2.3.1 NIVEL 1

Este nivel consta de un avatar situado en el lado derecho del escenario (Figura 12), en la parte central se ubica una vitrina con prendas de vestir para que el paciente las coloque en el orden correcto; se realiza movimientos de MFG del brazo derecho.



Al momento de topar una prenda la misma se adhiere a la mano del paciente llevándola a la posición correcta, por lo cual realiza los siguientes ejercicios:

- El paciente mueve el brazo derecho en forma horizontal (Figura 13), logrando tratar las siguientes partes del cuerpo:
  - Brazos
  - Hombros
  - Cintura
  - Flexores laterales del tronco
- Así como los músculos:
  - Dorsales
  - Oblicuos
  - Abdominales.





## Ejercicio 11

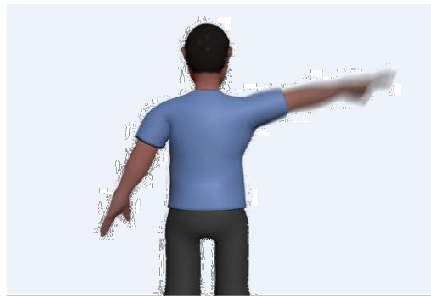


Figura 13. MFG en extremidades superiores nivel arriba juego maniquí.  
Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero.

El paciente puede reconocer cada parte del cuerpo y las prendas respectivas que se viste, ayuda al reconocimiento de secuencias.

### 3.2.3.2 NIVEL 2

Este nivel consta de un avatar de mujer situada en el lado izquierdo del escenario (Figura 14), en la parte central se ubica una vitrina con prendas de vestir para que el paciente las coloque en el orden correcto; se realiza movimientos de MFG del brazo izquierdo.

## Escenario 2



Figura 14. Representación de Escenario de segundo nivel de juego maniquís.  
Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero.

Al momento de topar una prenda la misma se adhiere a la mano del paciente llevándola a la posición correcta, por lo cual realiza los siguientes ejercicios:

- El paciente mueve el brazo izquierdo en forma horizontal (Figura 15),  
logrando tratar las siguientes partes del cuerpo:

- Brazos
- Hombros
- Cintura
- Flexores laterales del tronco

- Así como los músculos:

- Dorsales
- Oblicuos
- Abdominales

#### Ejercicio 12



Figura 15. MFG en extremidades superiores nivel medio juego maniquí.  
Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero.

El paciente puede reconocer cada parte del cuerpo, el género de las personas y las prendas respectivas que se viste, ayuda al reconocimiento de secuencias.

#### 3.2.3.3 NIVEL 3

Este nivel consta de dos avatares que representan a cada género situados en la parte izquierda y derecha del escenario respectivamente (Figura 16), en la parte central se ubica una vitrina con prendas de vestir para que el paciente las coloque en el orden



correcto de acuerdo al avatar; se realiza movimientos cruzados de MFG con las extremidades superiores.

Escenario 3



Figura 16. Representación de Escenario de tercer nivel de juego maniquís.  
Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero.

Al momento de topar una prenda la misma se adhiere a la mano del paciente llevándola a la posición correcta, por lo cual realiza los siguientes ejercicios:

- El paciente mueve el brazo derecho e izquierdo alternadamente en forma horizontal (Figura 17), logrando tratar las siguientes partes del cuerpo:
  - Brazos
  - Hombros
  - Cintura
  - Flexores laterales del tronco
- Así como los músculos:
  - Dorsales
  - Oblicuos
  - Abdominales

El paciente puede reconocer cada parte del cuerpo, el género de las personas y las prendas respectivas que se viste, ayuda al reconocimiento de secuencias.



### Ejercicio 13



Figura 17. MFG en extremidades superiores nivel medio bajo juego maniquí.  
Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero.

## 3.2.4 PENALTI KICK

El juego se basa en el lanzamiento de tiros penales, donde el paciente está representado por un avatar el cual debe patear el balón al arco en diferentes direcciones.

### 3.2.4.1 NIVEL 1

El paciente lanza tiros penales hacia el arco en diferentes direcciones, donde debe anotar una cierta cantidad de goles, el paciente realiza movimientos de MFG de la extremidad inferior del lado el derecho, al momento de cobrar un penal el balón sale impulsado hacia el arco, por lo cual realiza los siguientes ejercicios:

- El paciente mueve la pierna derecha pateando el balón (Figura 18), logrando tratar las siguientes partes del cuerpo:
  - Tronco
  - Piernas
  - Muslos
  - Pantorrillas
- Así como los músculos:
  - Gemelos (interno y externos)
  - Cuádriceps
  - Abdominales



## Ejercicio 14



Figura 18. MFG en extremidades inferiores del lado izquierdo Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero.

### 3.2.4.2 NIVEL 2

El paciente lanza tiros penales hacia el arco en diferentes direcciones, donde debe anotar una cierta cantidad de goles, el paciente realiza movimientos de MFG de la extremidad inferior del lado el izquierdo, al momento de cobrar un penal el balón sale impulsado hacia el arco, por lo cual realiza los siguientes ejercicios:

- El paciente mueve la pierna izquierda pateando el balón (Figura 19), logrando tratar las siguientes partes del cuerpo:
  - Tronco
  - Piernas
  - Muslos
  - Pantorrillas
- Así como los músculos:
  - Gemelos (interno y externos)
  - Cuádriceps
  - Abdominales





## Ejercicio 15



Figura 19. MFG en extremidades inferiores del lado derecho Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero.

### 3.2.4.3 NIVEL 3

Tercer nivel el paciente realiza cascaritas en un total de 7, el paciente realiza movimientos de MFG inferior tanto del lado izquierdo como el derecho.

- El paciente mueve las piernas izquierda y derecha (Figura 20), logrando tratar las siguientes partes del cuerpo:
  - Piernas
  - Muslos
  - Pantorrillas
- Así como los músculos
  - Gemelos (interno y externos)
  - Cuádriceps
  - Abdominales



## Ejercicio 16

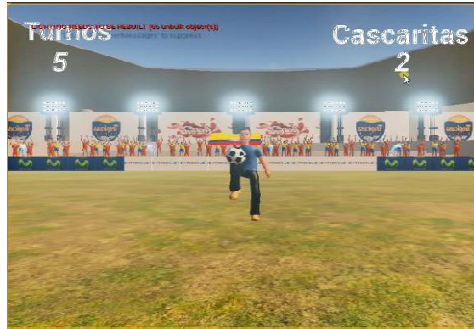


Figura 20. MFG en extremidades inferiores pierna izquierda Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero.

### 3.3 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

Dentro del sistema interactivo los requisitos técnicos son muy importantes, son los que permiten desarrollar nuestro proyecto de una manera ágil y eficaz, ayudan a la operatividad del sistema, así como la interacción con el paciente y terapeuta. Los requerimientos técnicos para este proyecto son:

- Se debe contar con una PC preferiblemente de escritorio con una placa Intel y un procesador Core i3 como mínimo, memoria de 4GB y un espacio en disco de 2GB.
- Un puerto USB 3.0 en marcas Renesas o Intel, en el mercado existen tarjetas PCI con este puerto, la misma que se debe conectar en la ranura PCI EXPRESS 16X.
- Se utiliza una tarjeta gráfica para el procesamiento de frames con una capacidad mínima de 128 bites, así se obtiene un mayor rendimiento del video juego.
- Un Adaptador Kinect to Pc desarrollado por Microsoft el cual se utiliza para la comunicación entre el SMK y la PC.

### **3.4 RELEASE**

Cada nivel se entrega en un lapso de tiempo de 15 días. El cual es probado por un paciente en compañía de su terapeuta, y las personas encargadas del proyecto de parte de FINE, en conjunto con los desarrolladores a fin de recolectar posibles bugs.

Una vez detectados los bugs se los lista en un documento llamado ISSUES donde se realiza un análisis a fin de dar una pronta solución.

En esta etapa también se puede aplicar pequeños cambios en los videojuegos, los cambios son definidos por los especialistas y analizados por los desarrolladores para validar si son factibles o no dichos cambios.

### **3.5 ISSUES**

Luego que se obtienen los posibles bugs después de la revisión con los especialistas se realiza la corrección de los mismos y los cambios definidos en la etapa anterior, en esta etapa se dan prioridad a los bugs funcionales dejando en segundo plano los bugs de diseño.

Para la entrega de las correcciones se tiene un plazo de 8 días, una vez que se realizan las correcciones se vuelve a entregar y probar por las personas encargadas del proyecto junto con los terapeutas a fin de confirmar la validez del sistema.

### **3.6 ROLES**

Dentro del sistema se definen dos roles importantes los cuales son:

- Paciente
- Especialista

#### **3.6.1 ROL PACIENTE**

El rol paciente tiene la opción de interactuar con el videojuego de acuerdo a su terapia en acompañamiento del terapeuta, el cual lo guía durante la ejecución del mismo.

Además, se puede escoger entre cuatro opciones de videojuegos para de este modo no cansar al usuario final.

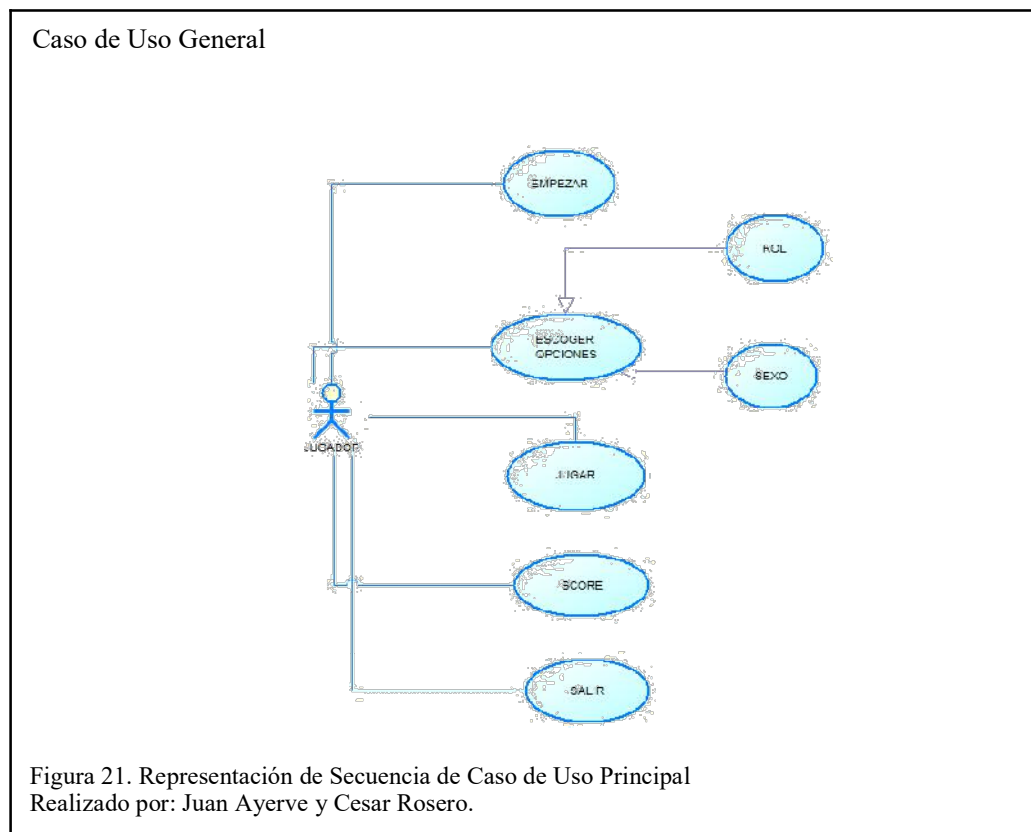
### 3.6.2 ROL ESPECIALISTA

Es la persona que define qué tipo de terapia interactiva es la más apropiada para cada paciente, una vez asignada la terapia el especialista evalúa la efectividad de la herramienta para cada caso.

## 3.7 ARTEFACTOS Y DIAGRAMAS

### 3.7.1 CASO DE USO PRINCIPAL

A continuación, se define el caso de uso general del sistema donde se relaciona a cada actor del sistema con los roles y opciones a escoger (Figura 21).



En la figura se muestra el jugador y como interactúa con el sistema lúdico, se puede observar tres escenarios principales:

**Empezar:** El usuario tiene su primer contacto con el sistema

**Escoger Opciones:** El Jugador define si la persona que interactúa con el sistema es terapeuta o paciente.

**Jugar:** El jugador empieza la partida de acuerdo al tratamiento escogido.

**Score:** El jugador visualiza el resultado de su partida.

### 3.7.2 DESCRIPCIÓN DE LOS ESCENARIOS

#### 3.7.2.1 ESCENARIO INICIO DEL SISTEMA

Al momento de iniciar el sistema el mismo realiza un análisis de reconocimiento en el cual valida que la plataforma donde se lo va usar cuente con todos los requerimientos tecnológicos tanto de software como de hardware.

Una vez aprobado el paso anterior se da inicio al sistema y muestra un menú interactivo donde el usuario debe escoger diversas opciones antes de empezar el juego (Tabla 9).

Tabla 9. Caso de Uso Inicio de Partida

Caso de Uso	Empezar
<b>Descripción</b>	El jugador inicia el sistema, luego es reconocido por el SMK para su interacción
<b>Actores</b>	Jugador
<b>Precondiciones</b>	Contar con un computador Windows 7 en adelante, Kinect 2.0 de Xbox One
<b>Post-Condiciones</b>	Muestra un menú con opciones, para que el jugador pueda preparar su ambiente
<b>Escenario Principal</b>	Usuario inicia sistema Sistema verifica conexión con SMK Reconocimiento de usuario Muestra menú de opciones
<b>Extensiones (Flujo Alternativo)</b>	a) No reconoce el SMK Muestra Mensaje de error b) No detecta jugador Muestra mensaje de error, en espera de un jugador

### 3.7.2.2 ESCENARIO ESCOGER OPCIONES

Una vez que se valida los requerimientos del sistema, despliega un menú en donde el usuario puede definir el rol que toma en el video juego (Tabla 10). Tabla 10. Caso de Uso Escoger Opciones

Caso de Uso	Escoger Opciones
<b>Descripción</b>	El jugador escoge su rol en el juego
<b>Actores</b>	Jugador
<b>Precondiciones</b>	Haber empezado el sistema y reconocido por SMK
<b>Post-Condicion</b>	El jugador tiene un avatar con características y roles definidos
<b>Escenario Principal</b>	Jugador define si es terapeuta o paciente.
<b>Extensiones (Flujo Alternativo)</b>	a) No reconoce el SMK Muestra Mensaje de error b) No detecta jugador Muestra mensaje de error, en espera de un jugador c) El jugador no personaliza su avatar. Muestra mensaje de error El jugador no puede ingresar si su avatar no está definido

### 3.7.2.3 ESCENARIO JUGAR

Una vez definido el rol, el usuario debe escoger el tipo de terapia a realizar tomando en cuenta el tipo de N-R de cada paciente, cada juego cuenta con diferentes niveles de complejidad y ejercicios de rehabilitación de fácil adaptación y comprensión por parte de los pacientes (Tabla 11).

Tabla 11. Caso de Uso Jugar de Partida

Caso de Uso	Jugar
<b>Descripción</b>	El jugador puede escoger el tipo de terapia definida para su N-R
<b>Actores</b>	Jugador
<b>Precondiciones</b>	Haber personalizado su avatar
<b>Post-Condicion</b>	Realiza su terapia de acuerdo a su tipo de N-R
<b>Escenario Principal</b>	Jugador inicia el juego. Juego interactúa con el jugador por niveles
<b>Extensiones (Flujo Alternativo)</b>	a) No reconoce el SMK Muestra Mensaje de error b) No detecta jugador Muestra mensaje de error, en espera de un jugador

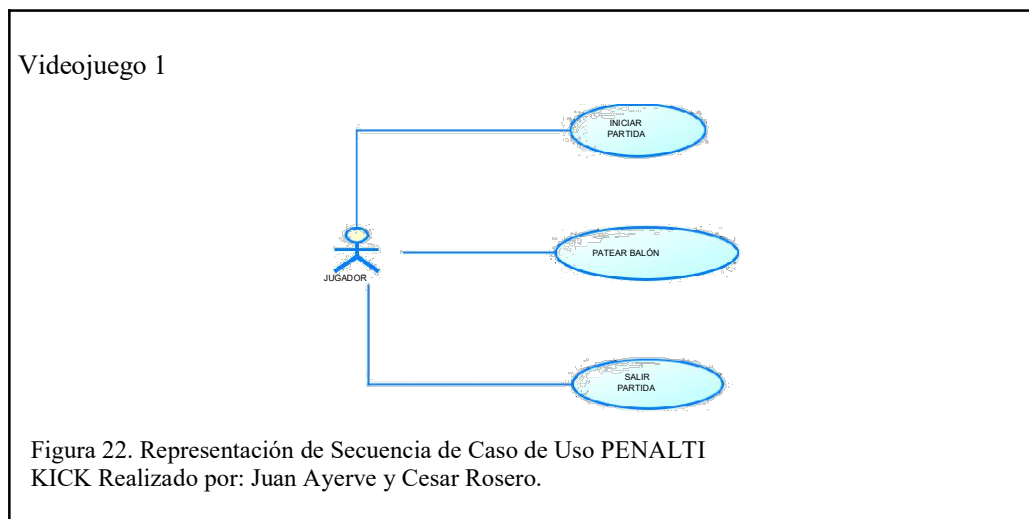


### 3.7.2.4 ESCENARIO PENALTI KICK

Se inicia la partida una vez que se ha completado con la configuración necesaria, para luego interactuar con el entorno y ejecutar los ejercicios de motricidad MFG conforme al tratamiento de N-R. A continuación, se trabaja sobre las extremidades inferiores tanto del lado izquierdo como derecho del paciente hasta cumplir con la validación de acuerdo a cada nivel del videojuego (Tabla 12). Tabla 12. Caso de Uso Penalti Kick

Caso de Uso	Juego Penales
<b>Descripción</b>	El jugador realiza los ejercicios de MFG de las extremidades inferiores hasta meter un número determinado de goles.
<b>Actores</b>	Jugador
<b>Precondiciones</b>	Haber iniciado la partida
<b>Post-Condicion</b>	Realiza su terapia de acuerdo a su tipo de N-R
<b>Escenario Principal</b>	Jugador ejecuta el juego. Juego interactúa con el jugador por niveles
<b>Extensiones (Flujo Alternativo)</b>	a) No reconoce el SMK Muestra Mensaje de error b) No detecta jugador Muestra mensaje de error, en espera de un jugador c) No carga correctamente Muestra mensaje de error, en espera de se carguen todos los componentes de su entorno

A continuación, se visualiza el flujo de proceso que debe seguir el paciente de FINE para ejecutar correctamente el Videojuego 2 (Figura 22).

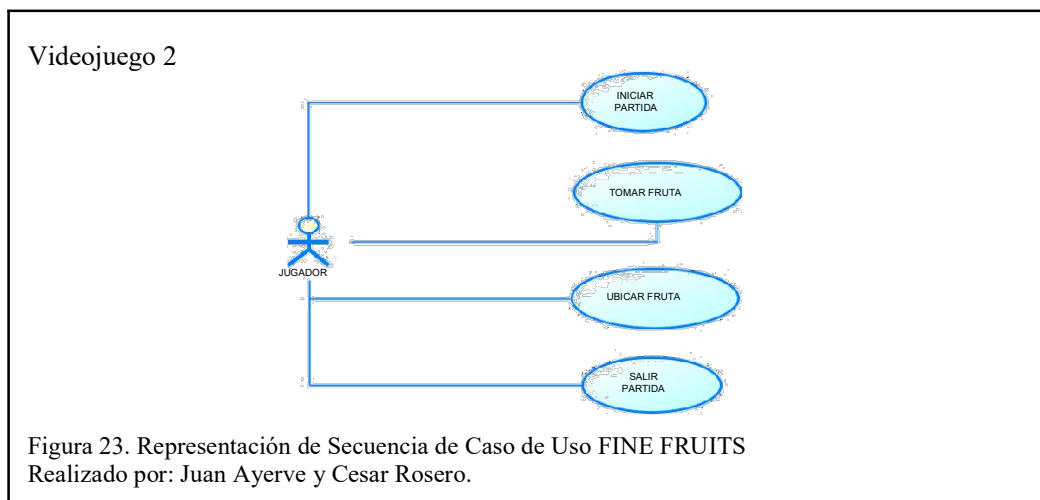


### 3.7.2.5 ESCENARIO FINE FRUITS

Se inicia la partida una vez que se ha completado con la configuración necesaria, para luego interactuar con el entorno y ejecutar los ejercicios de motricidad MFG conforme al tratamiento de N-R. A continuación, se trabaja sobre las extremidades inferiores tanto del lado izquierdo como derecho del paciente hasta cumplir con la validación de acuerdo a cada nivel del videojuego. (Tabla 13). Tabla 13. Caso de Uso FINE FRUIT

Caso de Uso	Juego Frutas
<b>Descripción</b>	El jugador realiza los ejercicios de MFG de las extremidades superiores hasta terminar de recoger los frutos del escenario.
<b>Actores</b>	Jugador
<b>Precondiciones</b>	Haber iniciado la partida
<b>Post-Condicion</b>	Realiza su terapia de acuerdo a su tipo de N-R
<b>Escenario Principal</b>	Jugador ejecuta el juego. Juego interactúa con el jugador por niveles
<b>Extensiones (Flujo Alternativo)</b>	a) No reconoce el SMK Muestra Mensaje de error b) No detecta jugador Muestra mensaje de error, en espera de un jugador c) No carga correctamente Muestra mensaje de error, en espera de se carguen todos los componentes de su entorno

A continuación, se visualiza el flujo de proceso que debe seguir el paciente de FINE para ejecutar correctamente el Videojuego 2 (Figura 23).

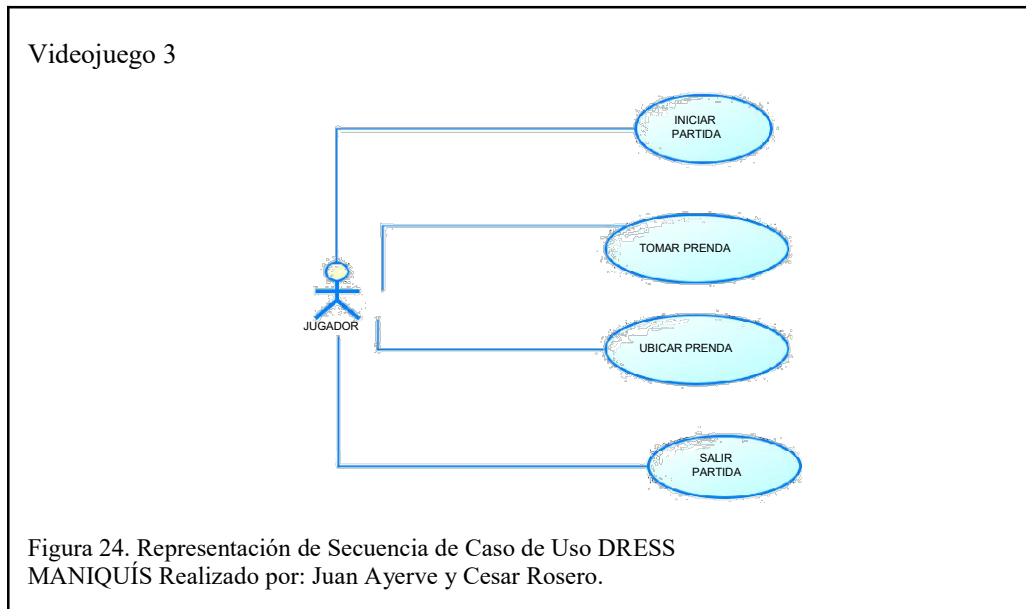


### 3.7.2.6 ESCENARIO JUEGO DRESS MANIQUÍS

Se da inicio la partida una vez que se ha completado con la configuración necesaria, para luego ejecutar los ejercicios de MFG dentro del entorno del videojuego dependiendo del tratamiento. Para este caso se trabaja sobre las extremidades superiores tanto del lado izquierdo como derecho del paciente hasta cumplir con una secuencia determinada, para este caso la de vestirse. (Tabla 14). Tabla 14. Caso de Uso MANIQUÍS

<b>Caso de Uso</b>	<b>Juego Dress Maniquí</b>
<b>Descripción</b>	El jugador realiza los ejercicios de MFG de acuerdo a la secuencia de vestirse
<b>Actores</b>	Jugador
<b>Precondiciones</b>	Haber iniciado la partida
<b>Post-Condicion</b>	Realiza su terapia de acuerdo a su tipo de N-R
<b>Escenario Principal</b>	Jugador ejecuta el juego. Juego interactúa con el jugador por niveles
<b>Extensiones (Flujo Alternativo)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) No reconoce el SMK Muestra Mensaje de error</li> <li>b) No detecta jugador Muestra mensaje de error, en espera de un jugador</li> <li>c) No carga correctamente Muestra mensaje de error, en espera de se carguen todos los componentes de su entorno</li> </ul>

A continuación, se visualiza el flujo de proceso que debe seguir el paciente de FINE para ejecutar correctamente el Videojuego 3 (Figura 24).



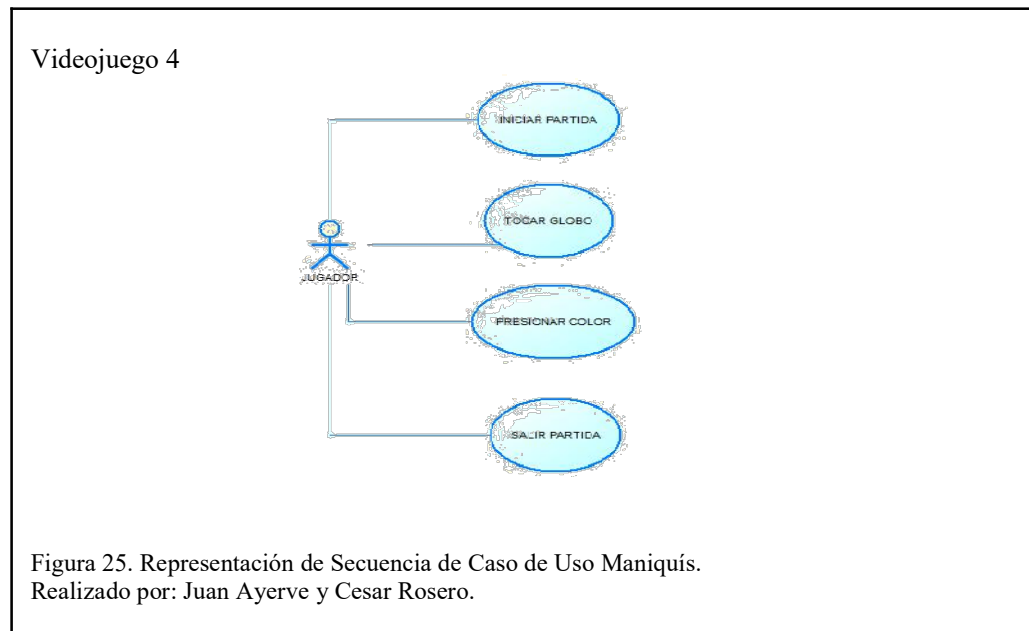
### 3.7.2.7 ESCENARIO JUEGO FINE AEROBICS

El paciente inicia la partida una vez que se ha completado con la configuración necesaria, para luego ejecutar los ejercicios de MFG dependiendo de su tratamiento, para este caso en particular se combina secuencias con movimientos aplicados a las extremidades inferiores y superiores tanto del lado izquierdo como derecho hasta cumplir con la validación de acuerdo a cada nivel (Tabla 15). Tabla 15. Caso de Uso FINE Aerobics

Caso de Uso	Juego Fine Aerobics
<b>Descripción</b>	El jugador realiza los ejercicios de MFG combinados con secuencias hasta cumplir con cada ejercicio.
<b>Actores</b>	Jugador
<b>Precondiciones</b>	Haber iniciado la partida
<b>Post-Condiciones</b>	Realiza su terapia de acuerdo a su tipo de N-R
<b>Escenario Principal</b>	Jugador ejecuta el juego. Juego interactúa con el jugador por niveles
<b>Extensiones (Flujo Alternativo)</b>	a) No reconoce el SMK Muestra Mensaje de error b) No detecta jugador Muestra mensaje de error, en espera de un jugador c) No carga correctamente Muestra mensaje de error, en espera de se carguen todos los componentes de su entorno

Descripción: Características de caso de uso Fine Aerobics  
Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero

A continuación, se visualiza el flujo de proceso que debe seguir el paciente de FINE para ejecutar correctamente el Videojuego 4 (Figura 25).



### 3.7.3 DIAGRAMA CONCEPTUAL DE LA BASE DE DATOS

El diagrama conceptual de la Base de Datos, muestra como está estructurada la BDD dentro del motor Unreal Engine, es aquí donde se almacena todos los componentes que intervienen en el juego, para luego ser llamados o programados en las Blueprint Class (Figura 26).

Diagrama conceptual de la Base de Datos del Video Juego.

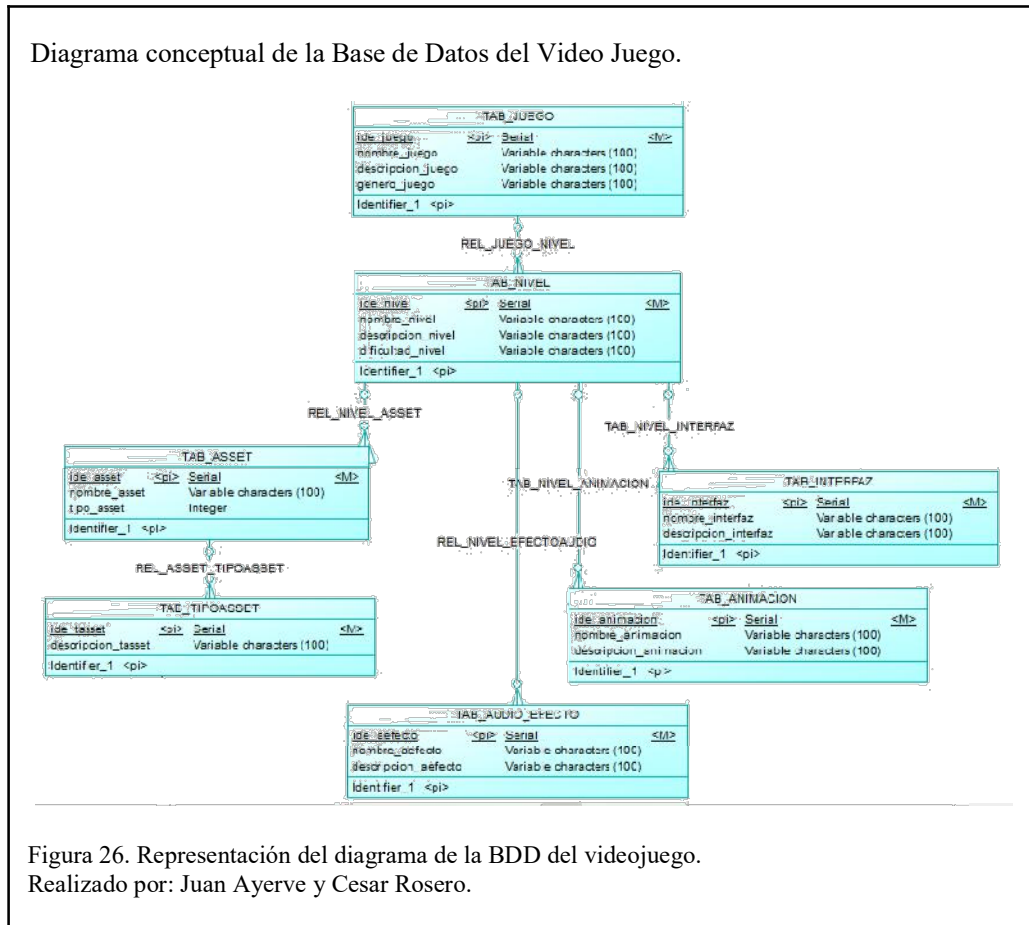


Figura 26. Representación del diagrama de la BDD del videojuego.  
Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero.

A continuación, se describe cada una de las tablas que forman parte de la BDD y sus componentes:

A continuación, se describe cada una de las tablas que forman parte de la BDD y sus componentes:

**Tabla Juego.** - Es la tabla más importante del sistema es aquí donde se almacenan cada los juegos creados para luego llamarlos desde un menú interactivo, en este caso contiene los cuatro juegos desarrollados. Cada nivel puede contener uno o varios niveles de dificultad (Figura 27).

### Tabla Juego.

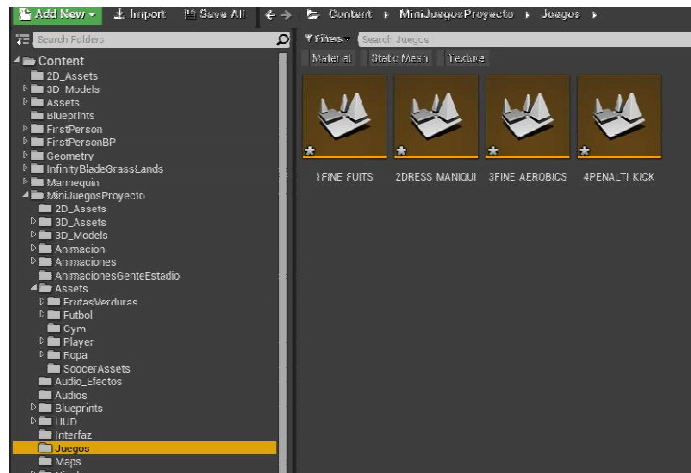


Figura 27. Describe como se almacenan los juegos dentro de la tabla juego, Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero

**Tabla Nivel.** - En esta tabla se guardan todos los componentes que intervienen en el juego, como Assets, animaciones, audio y afectos, texturas etc. Es aquí donde se programa la mayoría de funciones de cada juego (Figura 28).

### Tabla Nivel.

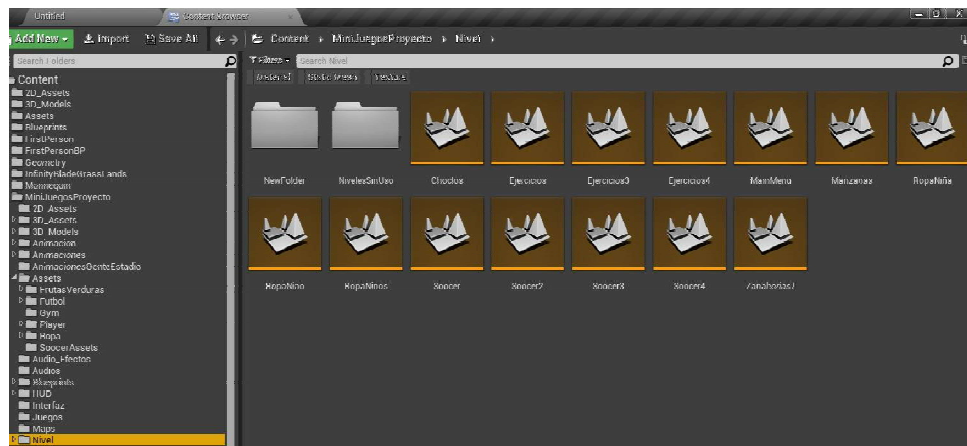
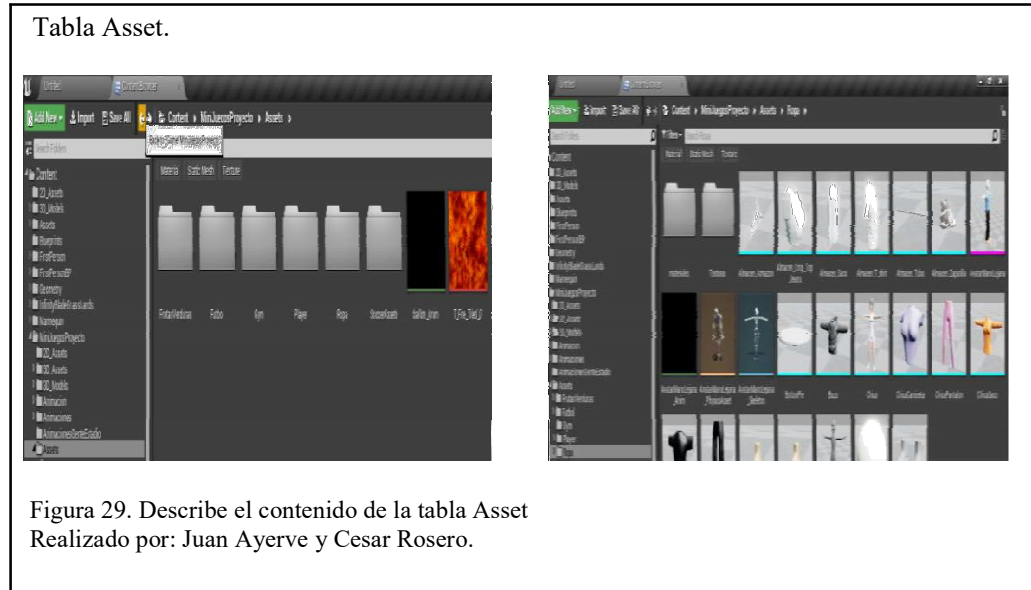
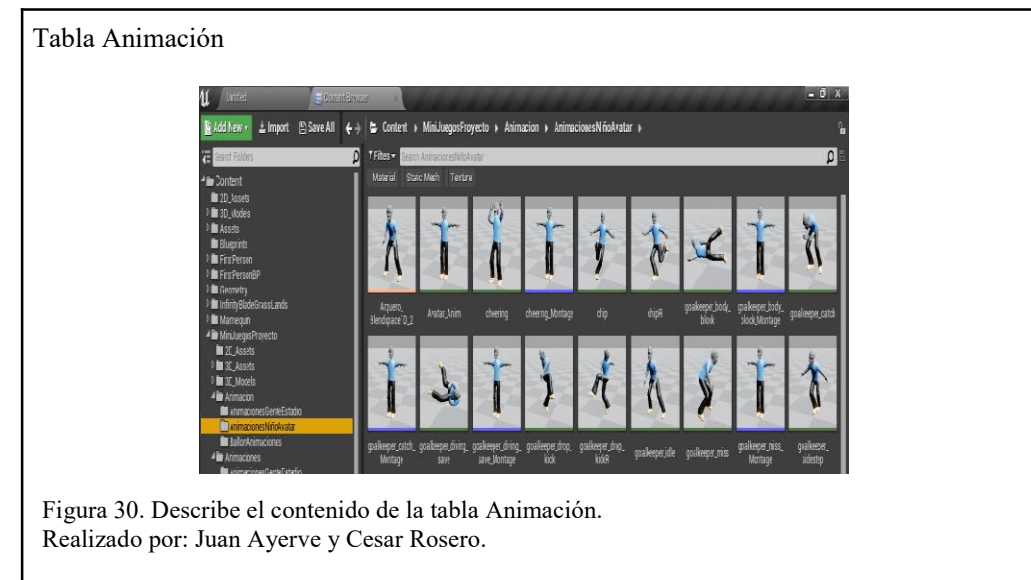


Figura 28. Describe el contenido de la tabla Nivel. Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero

**Tabla Asset.** - Contiene todos los Assets que interfieren en el sistema, existen varios tipos de Assets usables en los video juegos (paredes, techos, pesas, avatares etc.) y a muchos de ellos se los pueden agregar animaciones (Figura 29).



**Tabla Animación.** – Contiene formatos de animaciones prediseñadas que son usadas por Assets a fin de cumplir una tarea específica o adornar un escenario (Figura 30).





**Tabla Audio y Efecto.** - Se almacenan todos los efectos tanto animados como de sonido que son agregados al nivel o a los Assets (Figura 31).

Tabla Audio y Efecto.

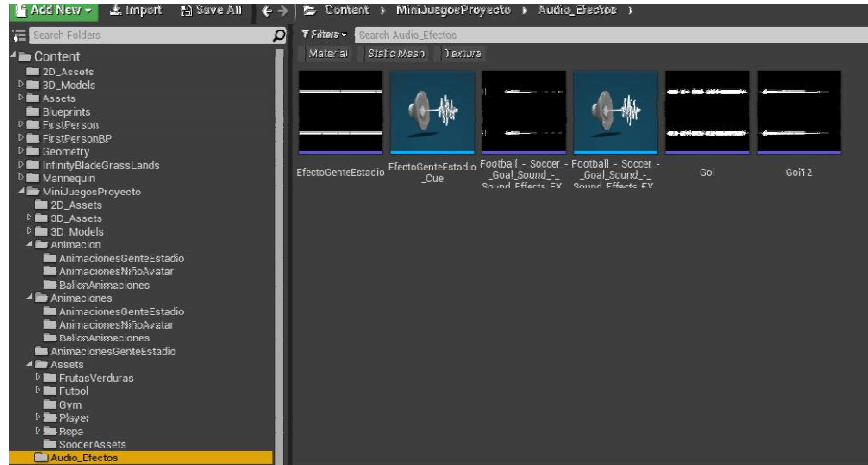


Figura 31. Describe el contenido de la tabla Efecto y Sonido.  
Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero.

**Tabla Interfaz.** - Es una de las características más importantes es aquí donde se encuentran todos los PlayersControllers del vídeo juego, en este caso con tiene el KinectPlayerController que es la interfaz de comunicación entre el usuario y el Kinect (Figura 32).

Tabla interfaz

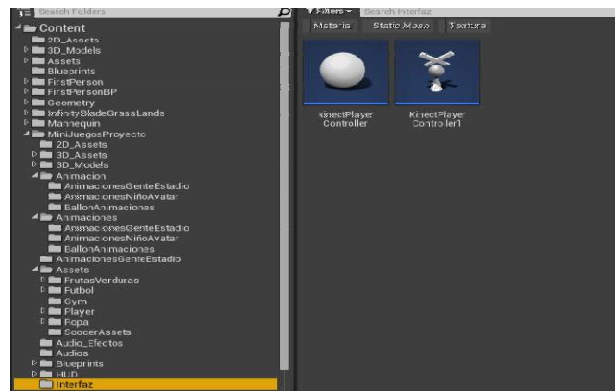


Figura 32. Describe el contenido se la tabla Interfaz.  
Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero

## CAPÍTULO IV

### 4. CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS

En este capítulo se describe cómo se desarrolla el sistema lúdico, todos los procesos y blueprints relevantes que se utilizan para lograr que cumpla su objetivo, también refiere los procesos de hardware y software que se deben realizar para una comunicación eficaz entre el SMK y la PC.

Se detalla cada prueba que se realiza antes de obtener el producto final, en caso de existir algún error (bug) se registra el inconveniente y se busca una solución en el menor tiempo posible.

#### 4.1 CONEXIÓN SMK CON LA PC

Primeramente, antes de empezar con el proceso de desarrollo del sistema lúdico hay que tener en cuenta la comunicación entre el SMK y la PC, para ello se debe contar con los siguientes requisitos de Hardware y Software:

- SMK V2.
- Conector Kinect to PC V2.
- Placa de preferencia Intel con puerto USB 3.0 incorporado.
- Tarjeta de video de 128b mínimo, para un correcto procesamiento de imágenes.
- SDK KINECT 2.0, se lo puede obtener en la página oficial de Microsoft, descarga gratuita.

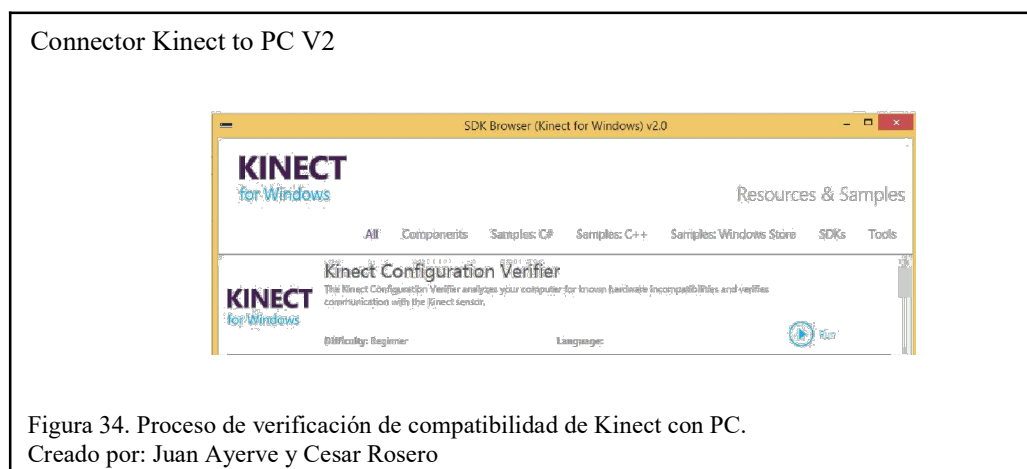
Una vez que se cuenta con todos los requisitos se procede con la configuración del SMK a la PC para ello se realiza lo siguiente:

1. Se conecta el SMK a la PC por medio del Conector Kinect to PC V2, el conector dispone de tres cables y 2 adaptadores, el primer adaptador conecta el

SKM y transmite datos a la PC, con otro cable brinda la corriente que necesita para funcionar, el segundo adaptador es un modulador de voltaje este va conectado a la electricidad y se encarga de enviar el voltaje necesario para que la conexión sea eficaz (Figura 33).



2. Se instala el SDK Kinect 2.0, luego se accede al gestor del SDK, aquí se realiza una prueba de evaluación de PC, a fin de saber si cumple o no con los requisitos de funcionalidad y compatibilidad del SMK (Figura 34).



Una vez cumplido estos pasos satisfactoriamente se procede a la construcción del sistema, es importante cumplir estos requerimientos debido a que en la fase de desarrollo el motor realiza un análisis y verifica que este activado el SMK.

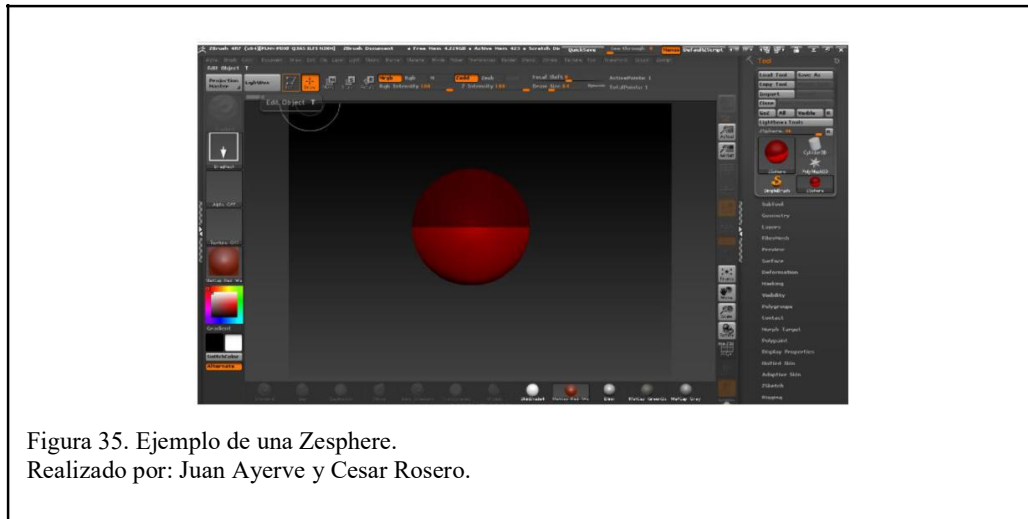
## 4.2 CONSTRUCCIÓN DE ASSETS

A continuación, se describe el procedimiento que se realiza para crear un Asset, donde se toma de ejemplo la elaboración el avatar principal del videojuego.

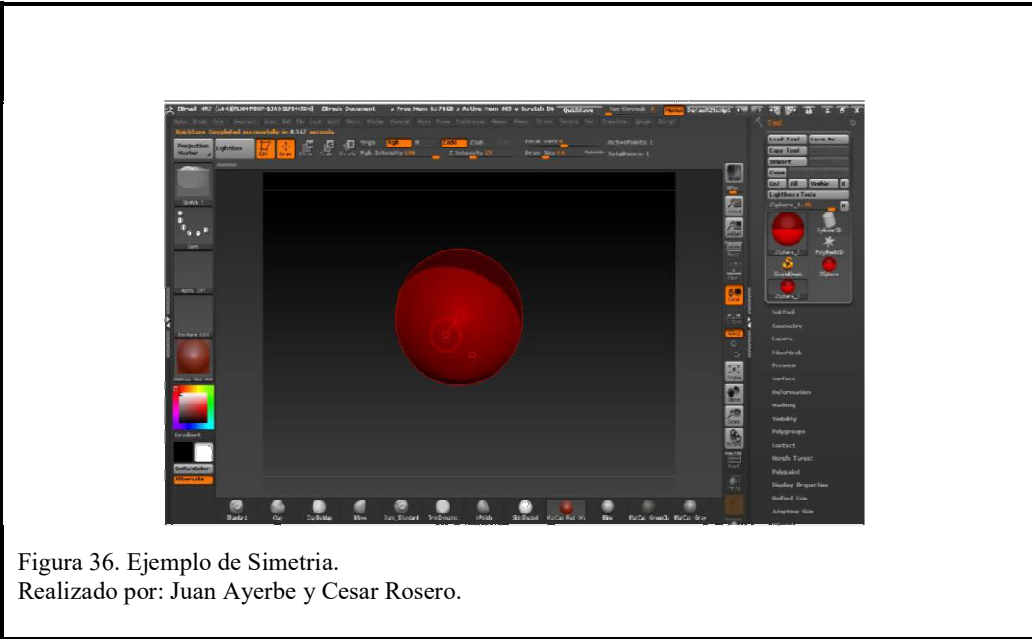
### 4.2.1 CREACIÓN DE AVATAR PRINCIPAL

Si la malla 3D requiere de un detalle orgánico se utiliza el programa de simulación de escultura Z-Brush, dentro de este simula el modelado en plastilina lo cual requiere conocimientos de escultura, proporción de objetos y habilidad artística.

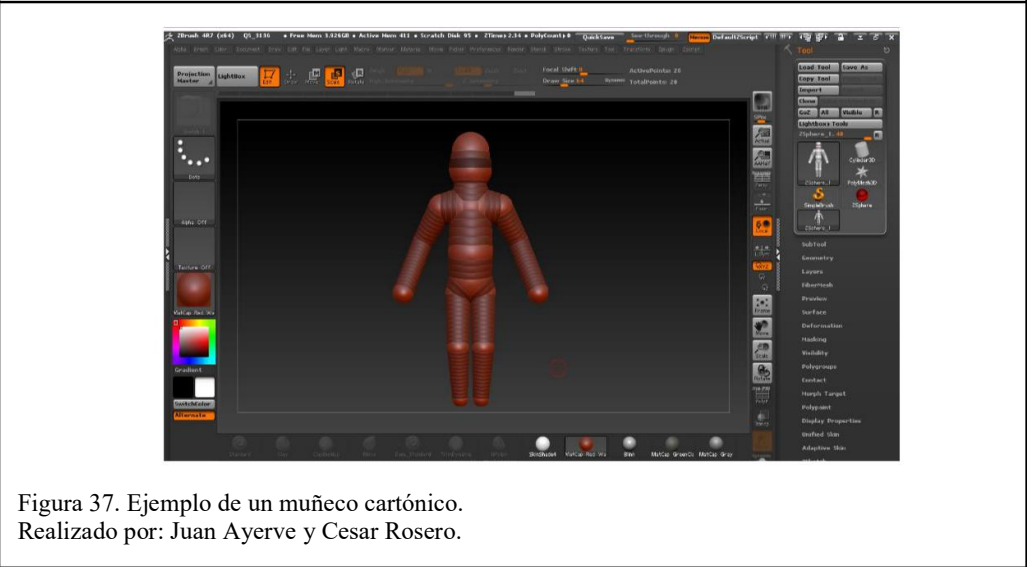
Se empieza elaborando una base de plastilina, utilizando la opción Zspheres la cual es de gran utilidad para moldear cualquier objeto 3D (Figura 35).



Se activa la simetría con la tecla X, la cual ayuda a moldear de una forma rápida al avatar 3D, ya que cada modelamiento que se realiza a un lado se crea automáticamente al otro de una manera proporcional (Figura 36), por ejemplo, el modelado de brazos, piernas, manos, dedos etc.



A continuación, se muestra el modelado 3D del avatar principal del juego, es muñeco un cartónico, al mismo que se debe realizar otros procesos de modelado (Figura 37).



Una vez que se tiene el avatar modelado en esferas se debe convertirlo en un objeto de polígonos editables con la herramienta Adaptive Skin (Figura 38), esta función permite agregar o quitar polígonos a nuestro avatar con la finalidad de renderizar y no perder detalles del modelado.

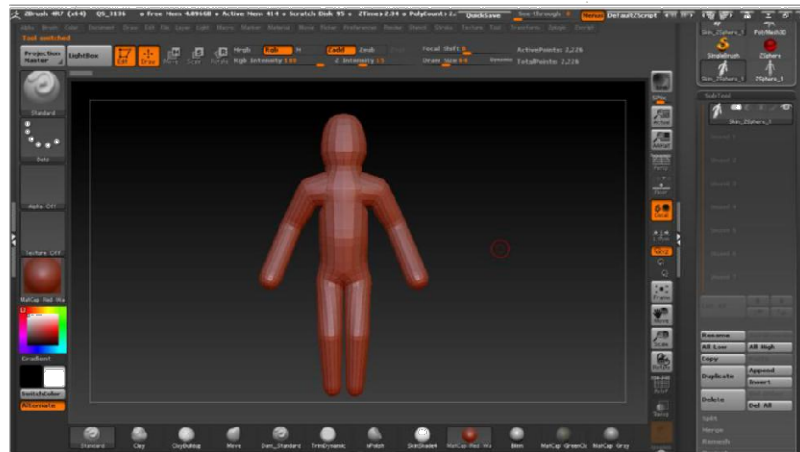


Figura 38. Ejemplo de Adaptive Skin..  
Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero.

Una vez que se tiene el avatar modelado y con la cantidad exacta de polígonos necesarios, se realiza una exportación al 3DS MAX para realizar los procesos de colocación de esqueleto virtual, aplicar las coordenadas UV, colocar texturas (Figura 39).

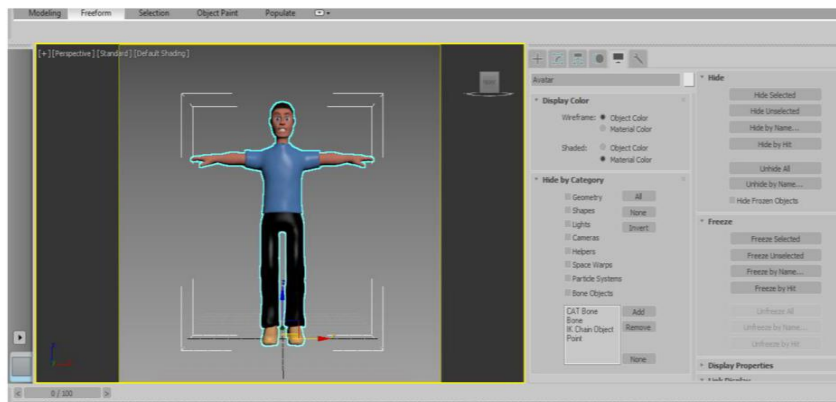
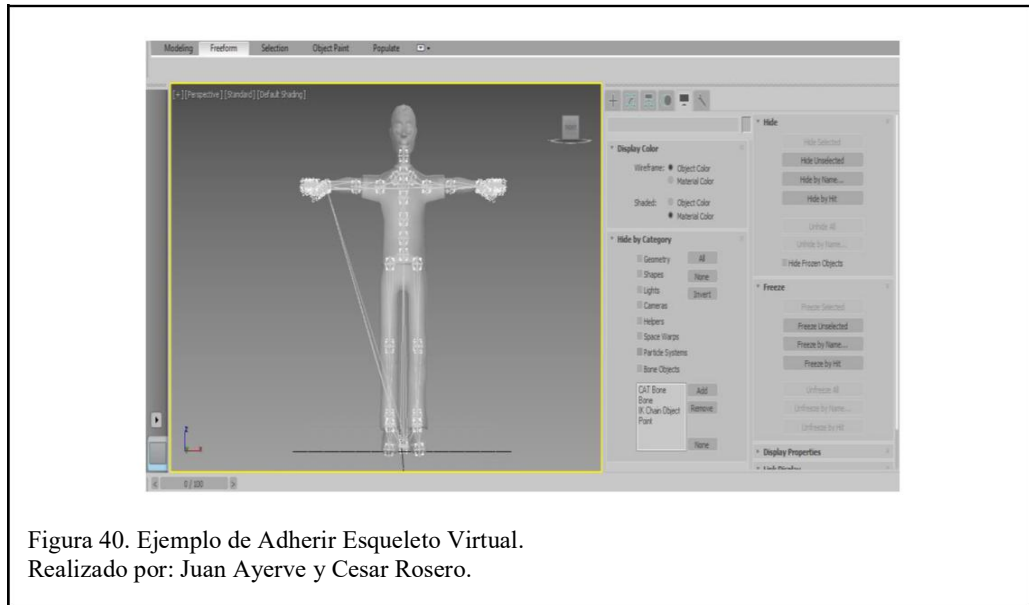


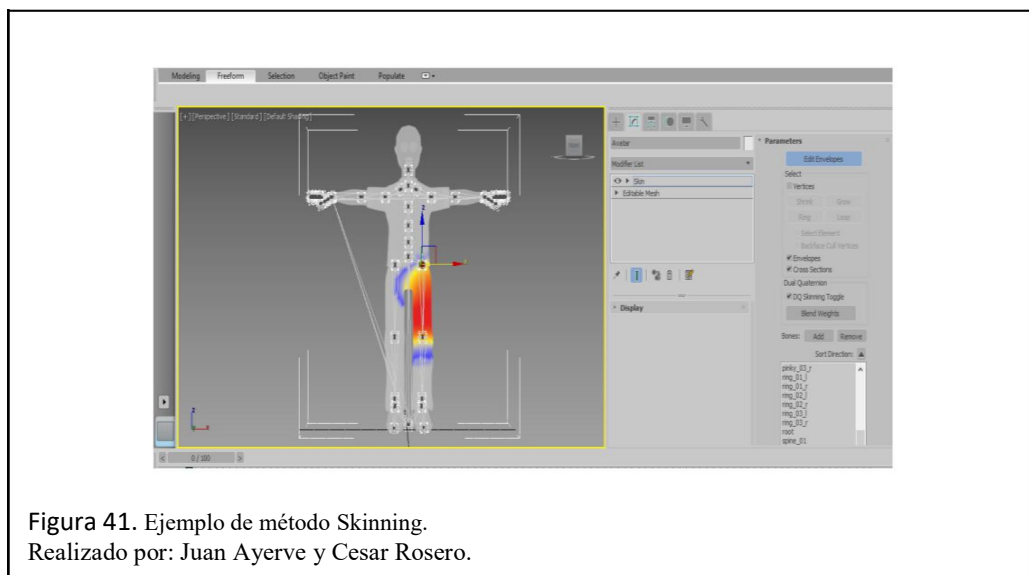
Figura 39. Ejemplo de Aplicar Mapéo UV en 3DS MAX..  
Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero.

En este caso el avatar es una malla 3D a la cual se aplican animaciones, se debe adherir un esqueleto virtual, con el propósito de que las animaciones sean compatibles con el movimiento de los huesos. Es importante agregar el esqueleto al avatar por la razón, que cuando se programa el Blueprint de reconocimiento de la parte del cuerpo mover

con SMK, se lo busca por el nombre del hueso asignado en 3DS MAX (Figura 40).



Luego se usa método Skinning, el cual asigna la porción del caracter que es manipulada por el hueso que se mueve, ejemplo el hueso del antebrazo debe manipular desde el codo hasta la muñeca cuando es levantado hacia arriba, para saber cuál es la porción que afecta cuando se mueve el hueso se visualiza una colorización similar a la que se usa para detectar calor, es simple los colores rojizos significan, 100% de manipulación mientras que azul significa 0% (Figura 41).



Una vez que se finaliza el Skinning se relaciona cada componente del caracter, con los materiales que se usan en el modelado 3D, ejemplo si el caracter se llama jugador, los materiales se los nombra Jugador\_Texturapiel, Jugador\_TexturaPantalón, esto es importante para poder enlazar todo lo que le corresponde al caracter 3D dentro de Unreal Engine.

Estos son los objetos que se deben preparar para dar inicio a la elaboración de los escenarios y adecuaciones del sistema. Dentro de Unreal Engine se debe importar los Assets con la extensión .FBX.

Todo se importa de la misma forma, con excepción de las animaciones, primero se importa la malla 3D esquelética y luego se importan las animaciones ya que al hacerlo pregunta a que esqueleto se las va asignar, por ejemplo, Caminar\_Animación.fbx pertenece a jugador esqueleto.

#### **4.3 CONSTRUCCIÓN SISTEMA LÚDICO**

Para empezar con el desarrollo del sistema primero se prepara los elementos necesarios que intervienen en el proceso del mismo, en caso de no estar correctamente diseñados se corre el riesgo de presentar inconvenientes o errores (bugs) durante su ejecución, generando doble trabajo e inversión de tiempo a más del requerido.

Los elementos necesarios a utilizar son los siguientes:

- 3D Assets.
- Modelado 3D.
- Coordenadas para mapas UV.
- Esqueleto virtual si requiere.
- Animaciones.



- Texturas.
- Audio.

Una vez que se tiene los elementos detallados anteriormente se procede a migrarlos al motor Unreal Engine 4.

#### **4.3.1 MOTOR UNREAL ENGINE**

El motor Unreal Engine se accede por medio de la interface Epic Games Launcher dentro de este se debe elegir la versión con la cual se va a trabajar, es recomendable elegir la penúltima versión en este caso se usa la versión 14.3 del motor debido a que la nueva versión todavía se encuentra en etapa de evaluación.

El tipo de juego que se va a elaborar es de modo Third Person para ello se realiza los siguientes pasos (Figura 42):

- Seleccionar New Project, dentro del cual se encuentra varias plantillas de diferentes modos de juegos.
- Elegir Third Person.
- Agregar un Starter Content.
- Seleccionar la ruta donde se guarda el proyecto.
- Asignar un nombre para el proyecto.
- Iniciar dando click en Create Project.

## Interfaces Epic Games Launcher Y Motor Unreal Engine

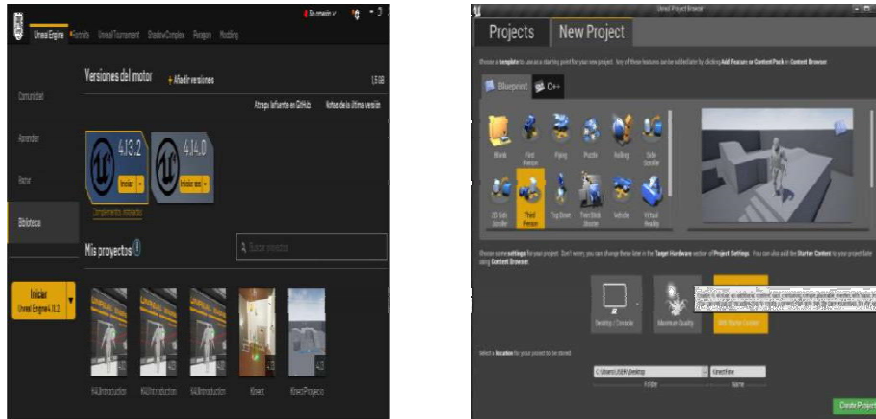


Figura 42. Interface Epic Games Launcher y como crear un Juego en modo Third Person. Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero.

### 4.3.2 PLUGIN KINECT PARA UNREAL ENGINE

Una vez dentro del motor Unreal se encuentra un área de diseño con geometría básica para elaborar prototipos de escenarios, se ubica dentro del Content Browser el Third Person Character, el cual pasa a ser el jugador principal que contiene el código de comunicación tanto con el Kinect como con los elementos interactivos (Figura 43).

#### Third Person Character.

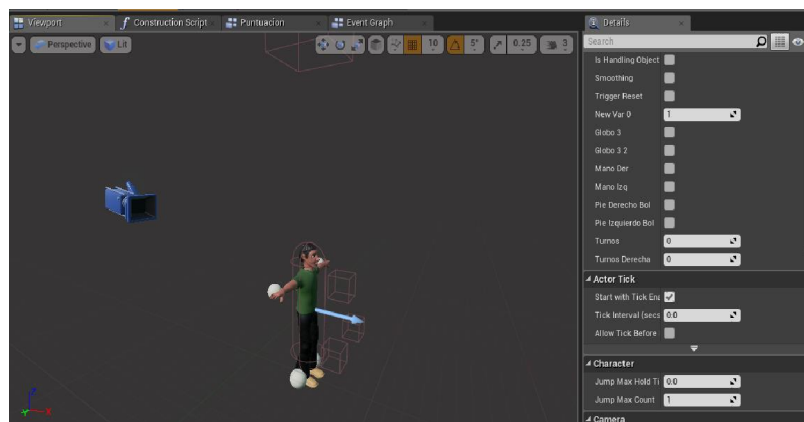


Figura 43. Third Person Character contiene código y funciones importantes del juego. Realizado por Juan Ayerve y Cesar Rosero.

Antes de llamar funciones o clases del dispositivo Kinect hacia el Third Person Character, se debe realizar los siguientes pasos de instalación del Plugin de Kinect para Unreal:

- Descargar Plugin Kinect 2.0 para Unreal Engine, se lo encuentra en la página de Opaque Media Group, descarga gratuita (Figura 44).

Instalación Plugin Unreal.



Figura 44. Describe la descarga del Plugin de Kinect para Unreal.  
Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero.

- Una vez descargado el Plugin, se dirige hacia la carpeta contenedora del proyecto y crear una nueva carpeta llamada Plugins y descomprimir el archivo (Figura 45).

Carpeta Plugin para Unreal.

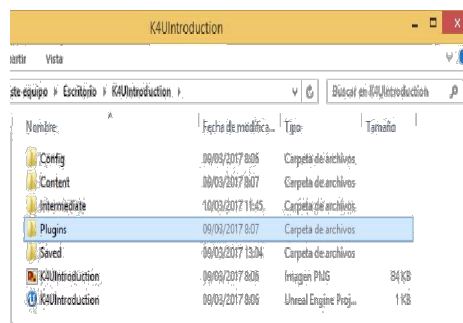


Figura 45. Describe la ubicación donde colocar el Plugin de Kinect para Unreal.  
Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero.

- Dentro del motor Unreal se siguen los siguientes pasos:
  - En el menú Edit seleccionar la opción Plugins, la cual despliega todos los plugins que tiene actualmente el motor.
  - Seleccionar la pestaña Kinect, muestra el estatus del Plugin Kinect para Unreal.
  - Hacer clic en la opción Enabled para activar el Plugin (Figura 46).



Una vez que se realizan los pasos anteriormente detallados se procede a diseñar los escenarios y programar los movimientos básicos del jugador (mover extremidades, coger objetos, caminar, saltar etc.).

### 4.3.3 KINECT PLAYER CONTROLLER (KPC)

Es la interfaz de comunicación entre el jugador y el Third Person Character (TPC), permite enviar comandos y ordenes al TPC y este pueda realizar una acción previamente definida (programada).

Dentro del motor Unreal el KPC no viene definido como en otros casos de videojuegos que utilizan dispositivos de entrada como palancas, teclados, joystick; en este caso se lo debe configurar desde cero de la siguiente manera:

- En el Content Browser elegir un Blueprint Class, categoría Player Controller y se le asigna el nombre KinectPlayerController.
- Dentro del Blueprint creado se agrega la función Kinect Interface (Figura 47).

Configuración KPC.

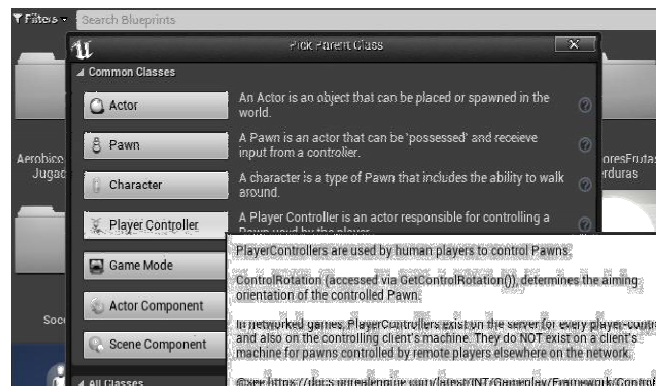


Figura 47. Describe como se crea un Blueprint categoría Player Controller. Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero.

- Asignar el controlador al proyecto en el menú Edit escoger la opción Project Settings, aparece una ventana donde se elige la pestaña Maps & Modes, aquí se debe buscar la opción Player Controller Class la cual contiene el KPC que se configuro anteriormente (Figura 48).

Configuración KPC.

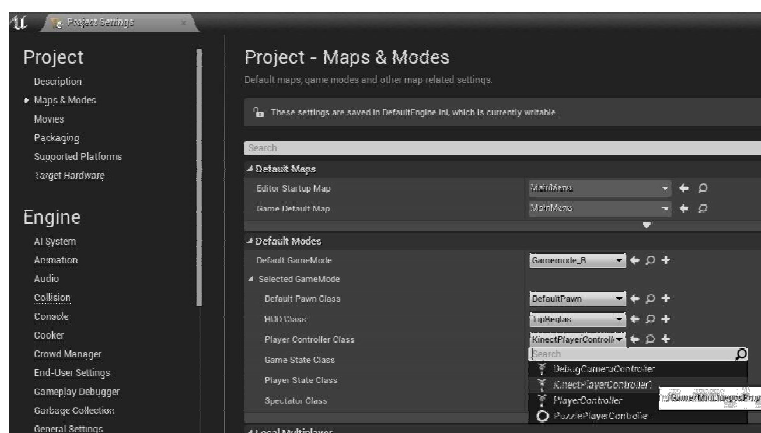
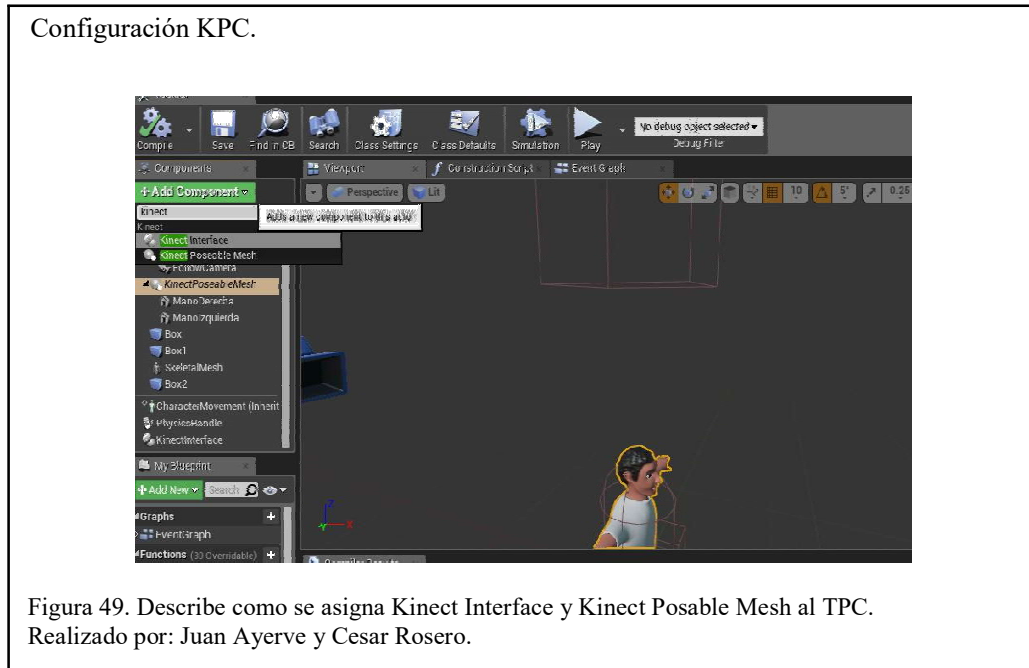


Figura 48. Describe como se asigna el KPC a nuestro proyecto.. Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero.

- Dentro de TPC seleccionar Kinect Interface esta opción se encarga de conectar el SMK con Unreal Engine y poder hacer uso de las clases, funciones y características de Kinect; luego escoger la opción Kinect Posable Mesh que define al TPC como el caracter 3D que interactúa con el SMK (Figura 49).



#### 4.3.4 CREACIÓN DE ESCENARIOS (NIVELES)

Para la creación de un escenario se debe tener en cuenta tres elementos importantes que ayudan a la proyección de ambientes naturales, donde existe un equilibrio entre la luz propagada del escenario y las sombras que generan los objetos (Figura 50), este tipo de elementos son:

**LightMass Importance Volume.** - Controla el área donde existe mayor emisión de luz, lo que permite concentrar la iluminación directa solo en un área, genera el sombreado de cada uno de los Assets.

**PostProcess Volume.** - Proporciona efectos como la Oclusión Ambiental (OA) y la floración de objetos, que permiten modificar la apariencia de la escena, por ejemplo, el brillo que emite una lámpara en la oscuridad.

**Sky Light.** - Simula una iluminación ambiental similar a la luz que emite el cielo en la vida real.

Creación de escenarios.

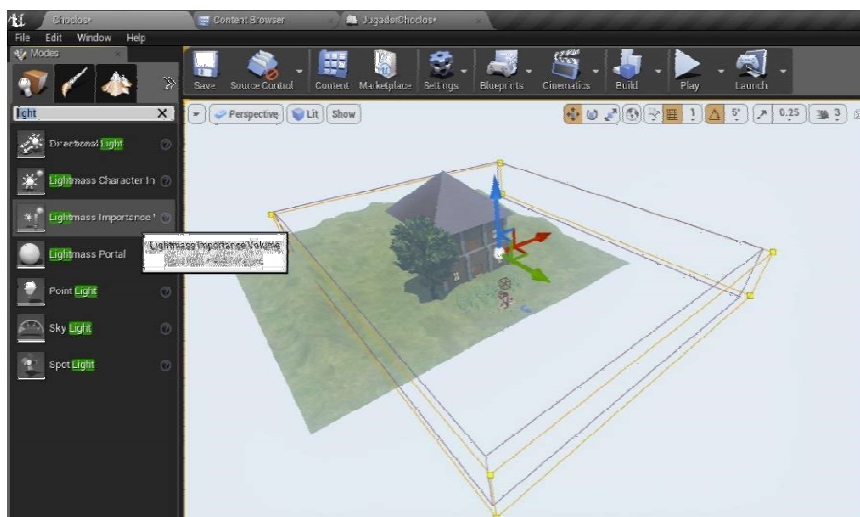


Figura 50. Muestra cómo van colocados los elementos del nivel.  
Realizado por Juan Ayerve y Cesar Rosero.

Para crear un escenario primero se debe ubicar en la carpeta NIVEL y dar clic derecho en nuevo nivel, seleccione la opción estándar y se le asigna un nombre, en este caso se describe la creación del escenario manzanas (Figura 51).

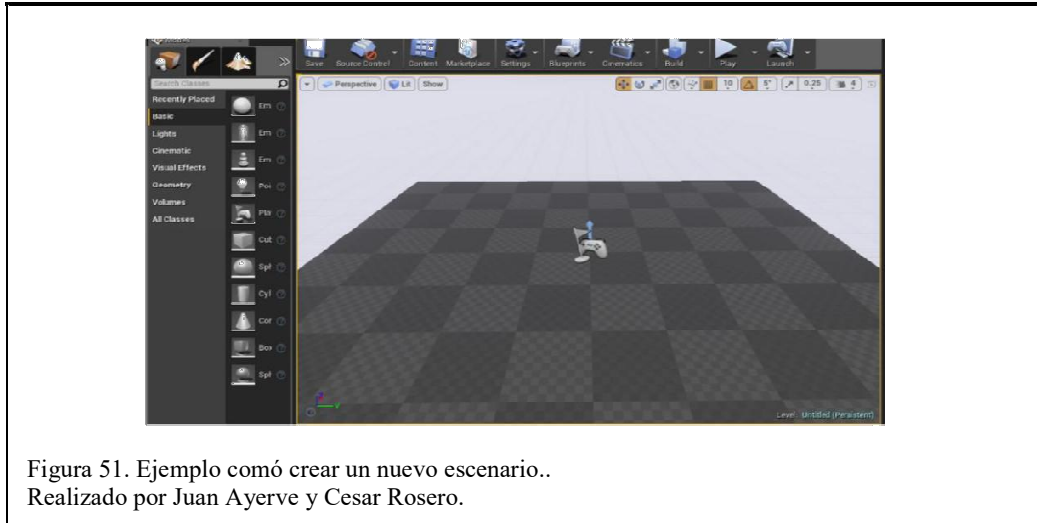


Figura 51. Ejemplo cómo crear un nuevo escenario..  
Realizado por Juan Ayerve y Cesar Rosero.

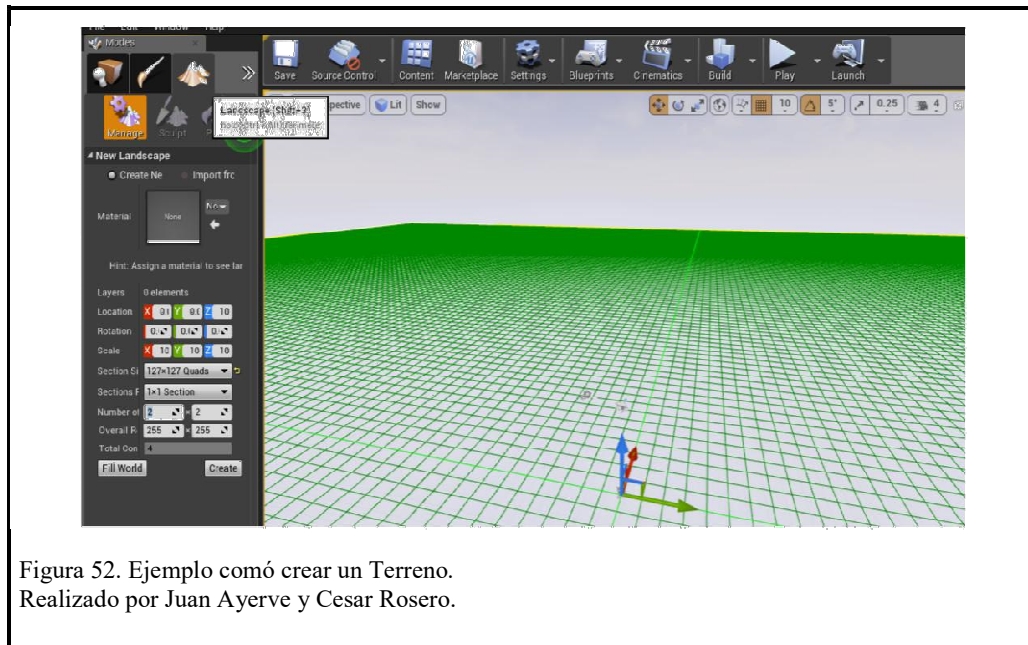
Por defecto en la escena aparece con un Direct Light, que viene a ser la neblina natural que genera el ambiente, un Start Player que es el punto de inicio del juego, un Sky Sphere el cual es una representación del cielo. A esta escena se le debe agregar un SkyLight y un LightMass volume.

Una vez colocado los elementos de iluminación en la escena se procede con la etapa del diseño del escenario donde se coloca de manera estética los Assets preparados, simulando un ambiente real donde se añade el TPC y se empieza a programar las acciones que se desea realizar dentro del juego.

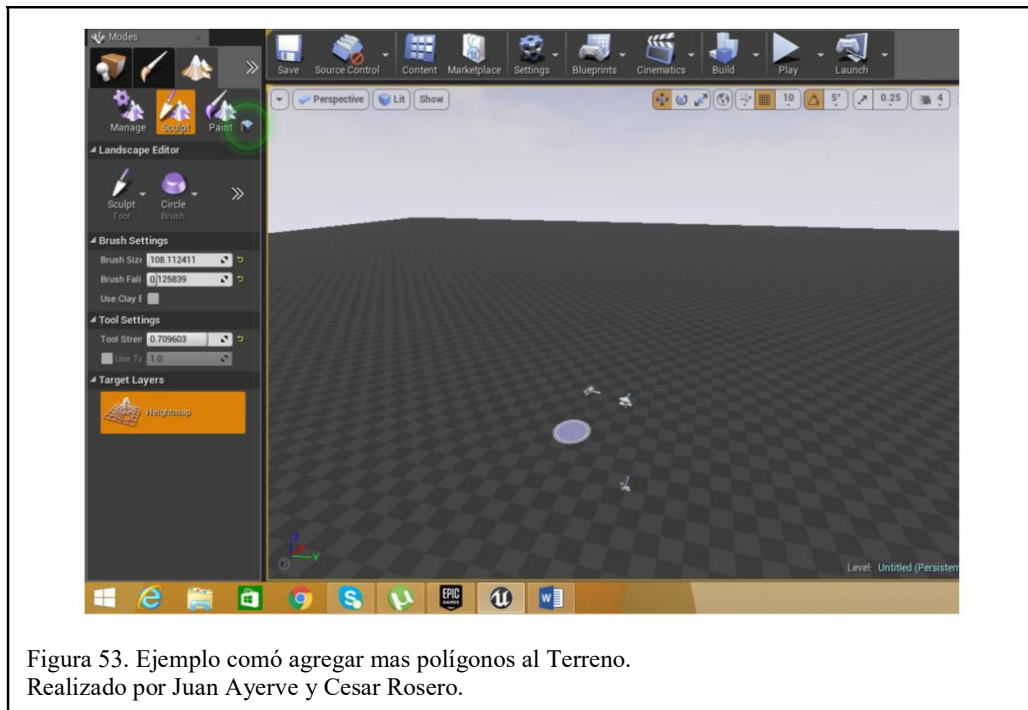
A continuación de esto se empieza a construir el escenario con los Assets previamente importados, en el caso de la casa de campo y la planta de choclo se separa en grupos tipo rompecabezas ya que es un requerimiento para un que exista un proceso de luz adecuado.

Si la escena requiere de un terreno en nuestro ejemplo un campo boscoso, se pone en uso la herramienta landscape, este método aplica un proceso similar al de Zbrush para moldeado del terreno (Figura 52).





Se tiene parámetros de medida y definición donde para dar realismo se añade más divisiones (Polígonos). por ejemplo, 128x128 quads. Luego de ingresar los parámetros requeridos click en Create (Figura 53).



Bajo las herramientas de sculpt se halla por ejemplo erosión con esto se agrega ese detalle montañoso al terreno (Figura 54).

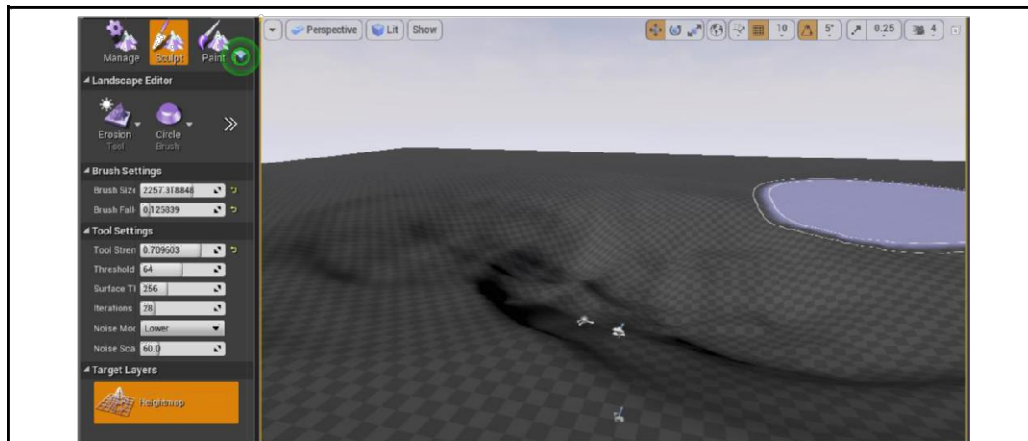


Figura 54. Ejemplo cómo agregar más polígonos al Terreno.  
Realizado por Juan Ayerve y Cesar Rosero.

Se tiene que modificar el tamaño de la brocha dependiendo las proporciones del Landscape para rellenar el terreno de una superficie verdosa similar a la realidad (Figura 55).

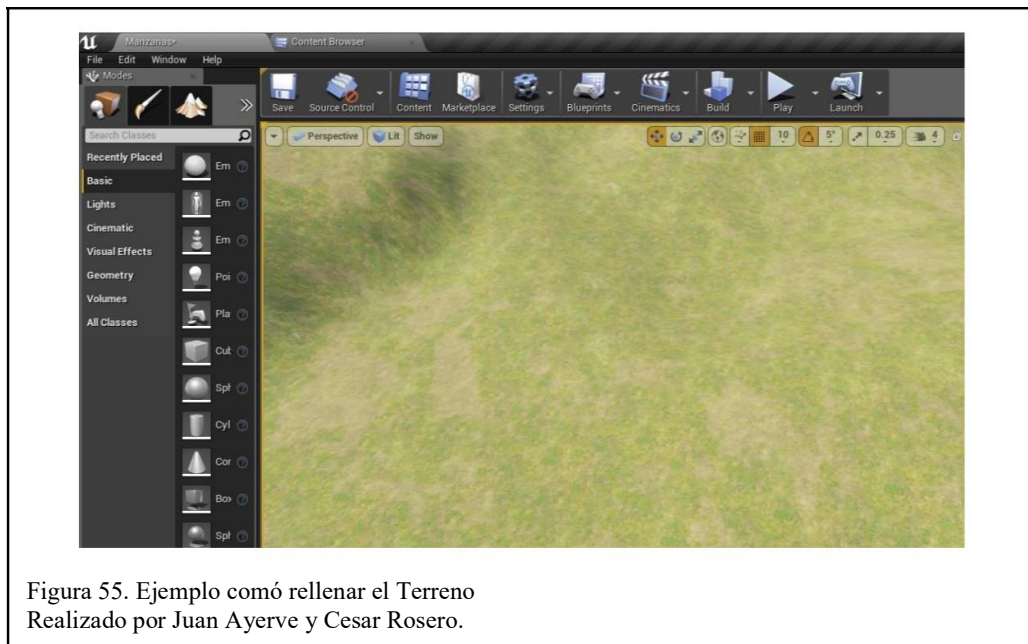
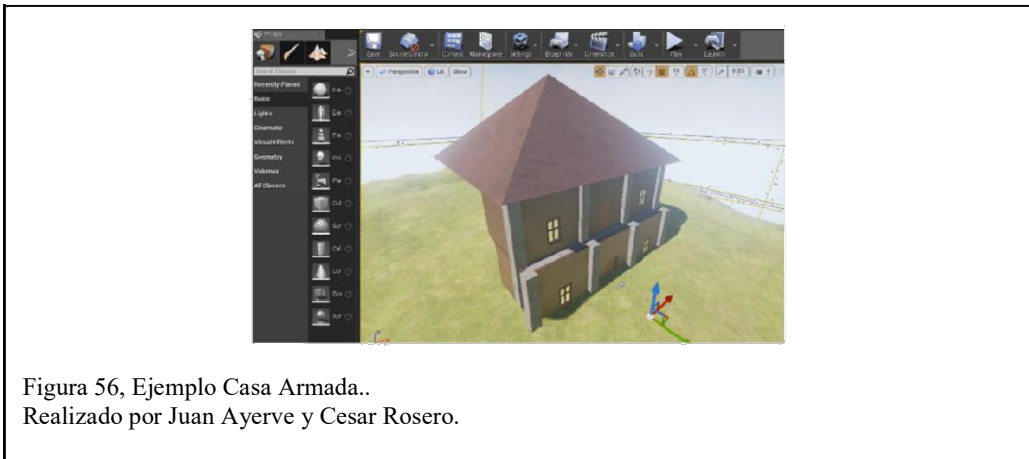


Figura 55. Ejemplo cómo rellenar el Terreno  
Realizado por Juan Ayerve y Cesar Rosero.

Luego de configurar el terreno se procede a colocar los Assets que conforman el escenario, la casa es un conjunto de Assets que se integran uno por uno hasta armarla completamente (Figura 56).



Se colocan los árboles de una manera estética dejando al descubierto algunos detalles de la casa (Figura 57).



Por último, se colocan las manzanas, los cestos y las mesas, obteniendo un escenario completamente listo para agregar los controles, sentencias, Triggers del juego (Figura 58).

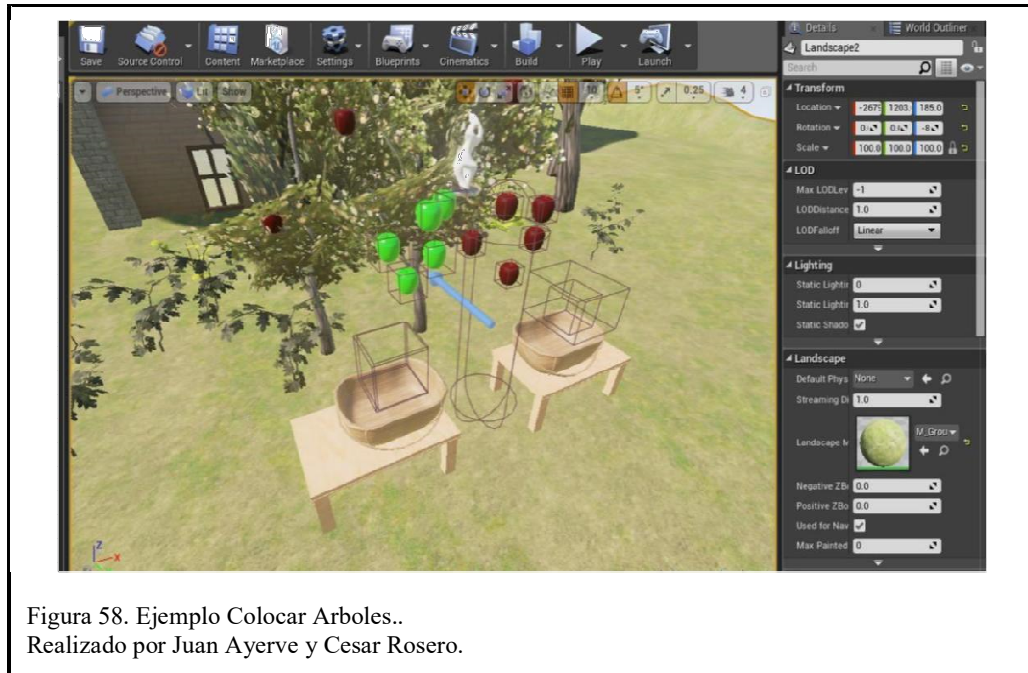


Figura 58. Ejemplo Colocar Arboles..  
Realizado por Juan Ayerve y Cesar Rosero.

#### 4.3.5 CÓDIGO RELEVANTE

A continuación, se describe el código Blueprint que se utiliza para realizar una tarea o acción dentro del Sistema Lúdico.

Dentro de Event Graph se empieza por la función Event Tick, la cual determina cuando un juego empieza y termina, luego se usa Get Centered Body, que permite localizar al jugador principal, en caso de existir una o más personas alrededor del jugador este lo reconoce y asigna las acciones programadas para que pueda ejecutarlas (Figura 59).

## Reconocimiento de jugador.

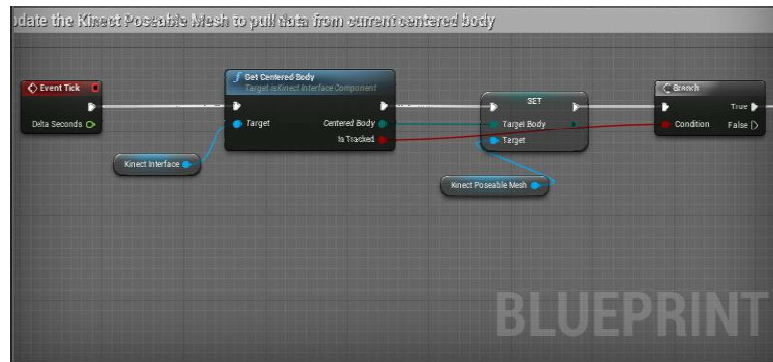


Figura 59. Describe el código utilizado para encontrar el jugador principal.  
Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero.

Una vez que el Kinect detecta un jugador empieza a seguirlo, en este paso se selecciona que parte del cuerpo va a manipular, ejemplo la mano. Para acceder a los huesos que Kinect puede manipular, se usa la función Get Joint Absolute Position (Figura 60).

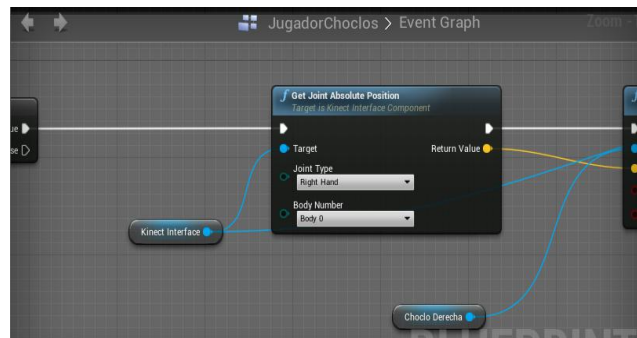
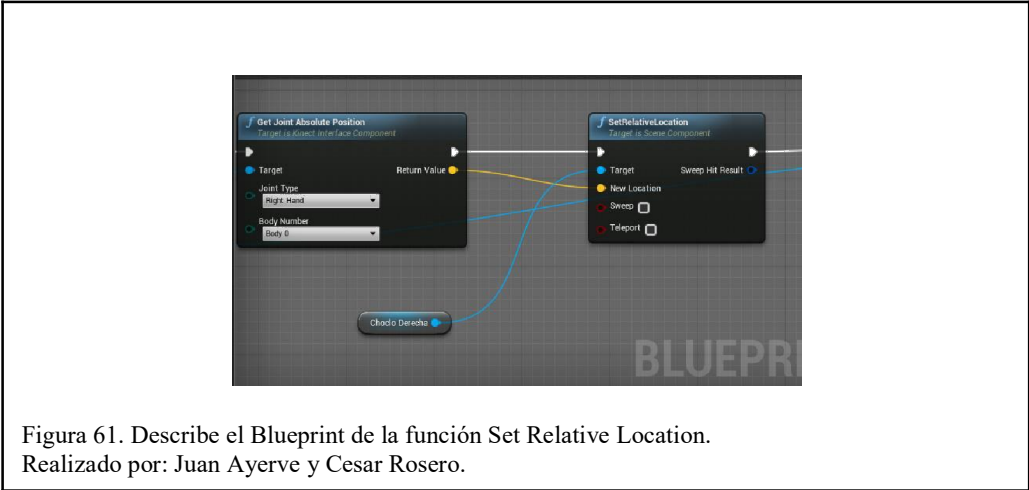


Figura 60. Función Get Joint Absolute Position que permit manipular el brazo del TCP.  
Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero

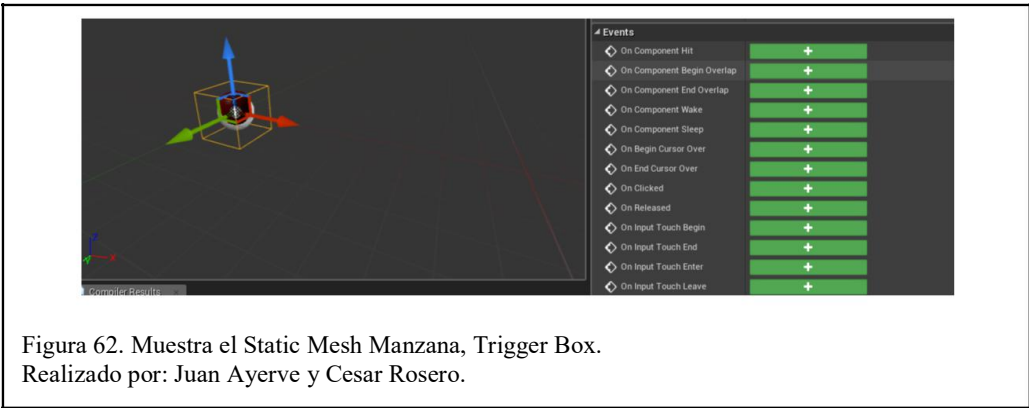
Para manipular objetos dentro del sistema se utiliza como ejemplo el juego de las manzanas, se crea un nuevo componente, en este caso se coloca un Static Mesh para cada mano, y este es conectado al Set Relative Location para saber la posición exacta dentro del escenario (Figura 61).



En caso de requerir manipulación de más partes del cuerpo, se debe repetir el mismo proceso.

Se crea un nuevo Estatic Mesh, en este caso una manzana y se le agrega un Trigger Box que permite lanzar una acción, cuando se la agarra esta se adhiere a la mano del TPC.

Al seleccionar el Triger Box en la parte inferior muestra varios eventos, seleccionar Begin Overlap, el cual sirve como como área activa constante donde se agrega la función que dispara la acción, en este caso adherir la manzana a la mano (Figura 62).



Luego se tiene el código del Begin Overlap, el cual permite activar las funciones de los Triggers cuando se toca una manzana (Figura 63).

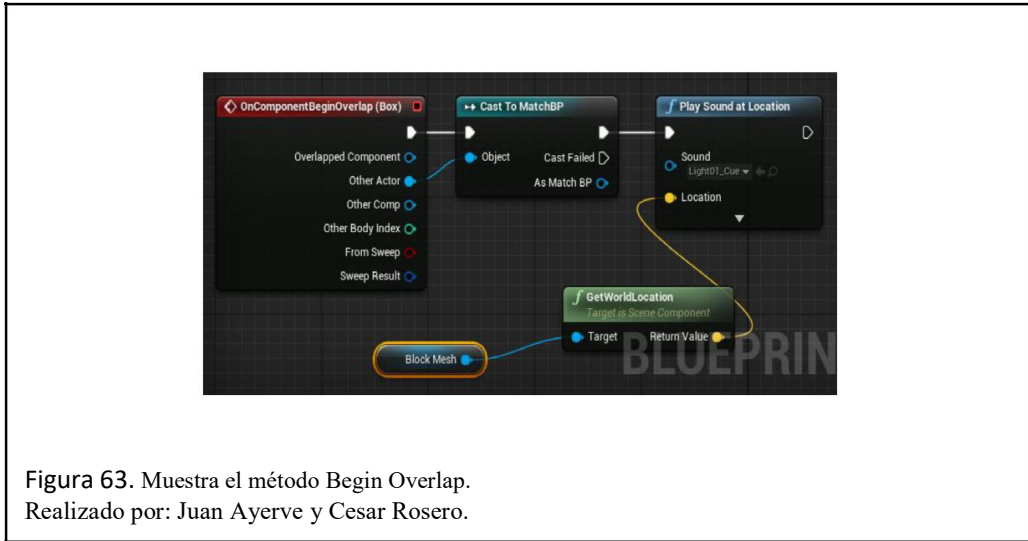


Figura 63. Muestra el método Begin Overlap.  
Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero.

La lógica que se aplica a este juego se basa en la simulación de movimientos, es decir cuando el jugador sostiene un objeto (manzana) con la mano, la traslada hacia el canasto donde se halla con otro Trigger Box que es activado por medio del evento Begin Overlap, el cual coloca la manzana activando las físicas para simular un movimiento realista. Ejemplo la gravedad (Figura 64).

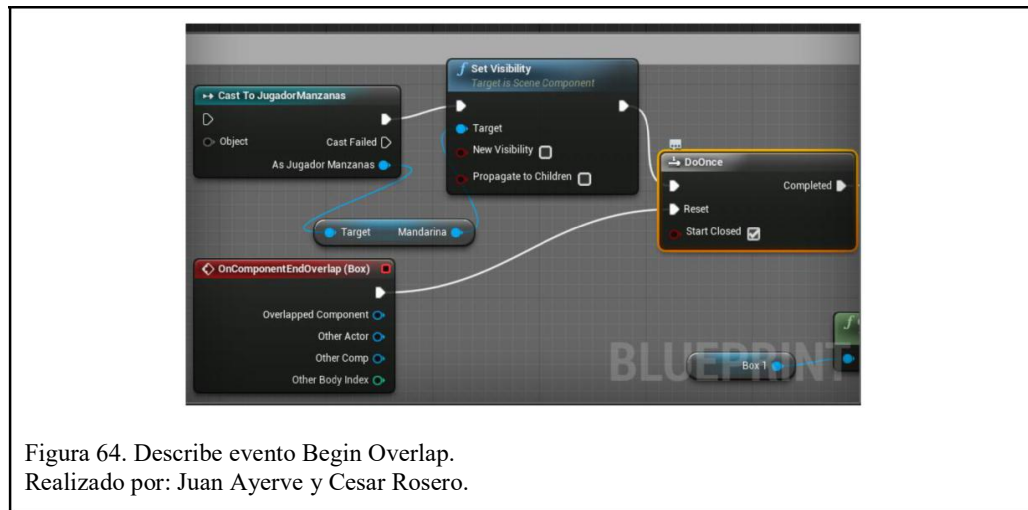


Figura 64. Describe evento Begin Overlap.  
Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero.

Estos métodos se aplican de manera similar para los niveles siguientes de zanahorias y choclos, también se aplica para los juegos FINE MANIQUÍ y FINE AEROBICS, con diferencia que las variantes serían la posición de los Triggers para simular otro movimiento.

A continuación, se toma de ejemplo el juego PENALTI KICK para describir el código Blueprint que realiza movimientos bruscos y activa las animaciones dentro del sistema por medio de Trigger Box.

Los Triggers Box están asignados a los pies los cuales responden dependiendo el nivel, ejemplo el pie derecho o izquierdo, se utiliza el evento Begin Play dentro del Blueprint Jugador de Futbol, que activa animaciones pre establecidas que simulan el movimiento requerido, ejemplo patear el balón (Figura 65).



Figura 65. Describe como se activa una animación después de activarla con el Trigger Box. Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero.

El arco es un Static Mesh que contiene un Blueprint Class categoría actor, dentro de este hay un Trigger Box que detecta cuando el balón está cerca activando la animación del arquero y a la vez el contador cuando se marque goles (Figura 66).





Figura 66, Representación Static Mesh Arco con su trigger Box.  
Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero.

El arquero es un Blueprint Class categoría actor, el cual responde a la dirección del balón en un 70% para balancear entre goles acertados y fallidos.

El arquero se lanza a la dirección del balón por medio de animaciones, para ello se usa un switch que permite acceder en orden aleatorio a una serie de movimientos pre diseñados (Figura 67).

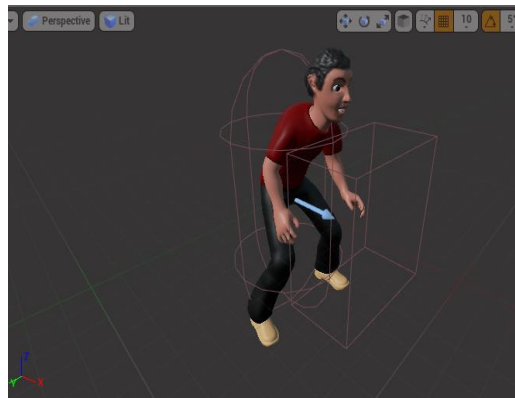
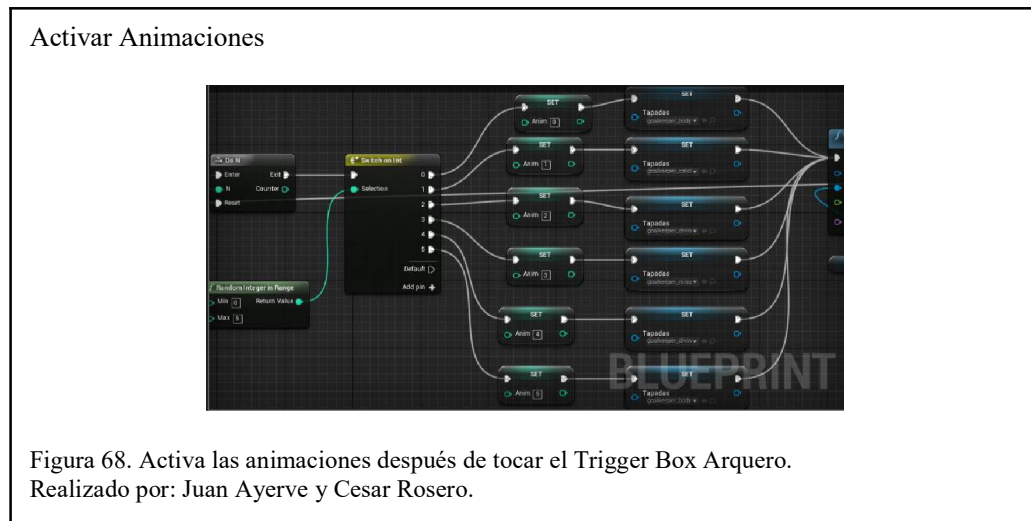


Figura 67. Describe el Blueprint Class Arquero y su Trigger Box.  
Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero.

A continuación, se presenta el código para activar animaciones aleatoriamente después que el jugador patee el balón y este salga disparado (Figura 68).

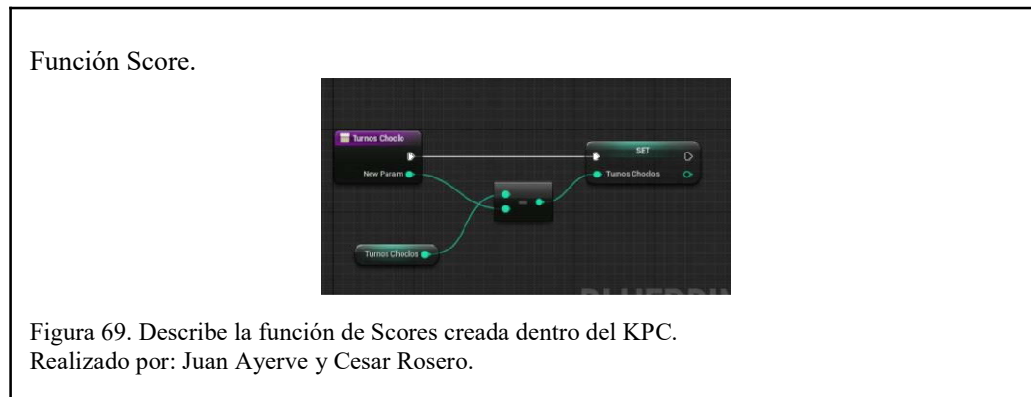


El arquero tapa el tiro con un Trigger Box que responde al balón, si este avanza sin tocarlo, se halla con otro Trigger Box que anota un gol, luego de completar un set definido de turnos salta al siguiente nivel. Las funciones detalladas se aplican para los siguientes niveles, con la diferencia que cambia la posición de los Triggers. Ejemplo el Trigger del arco se lo utiliza para las cascaritas.

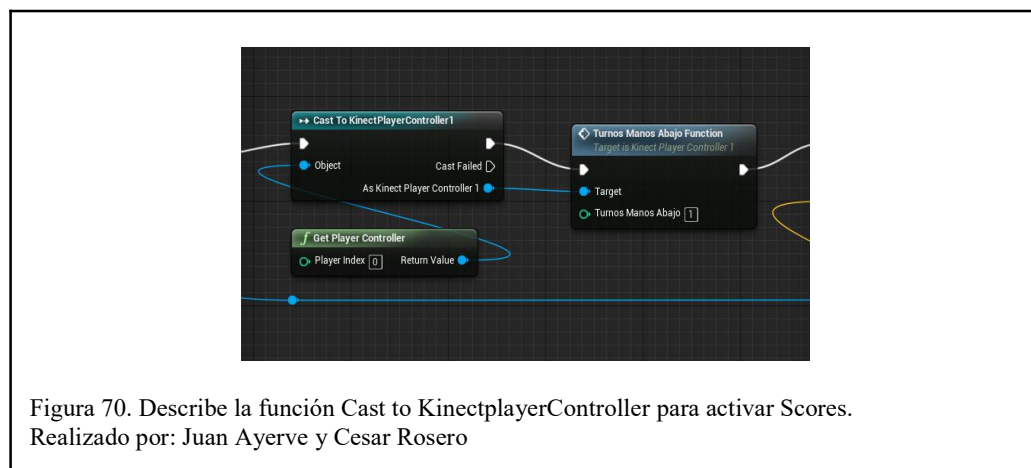
Cabe mencionar que la metodología de animaciones también se las utiliza en todos los juegos, cuando el jugador termina de realizar una actividad estas se activan ya sea por medio de Trigger Box o Contadores, mostrando una animación de triunfo.

Cada escenario usa un método de conteo para activar la funcionalidad de Scores, se usan contadores que son variables integer bajo una función creada dentro del KPC, cada función que determine Scores, puntuaciones o goles son creadas como funciones dentro del KPC (Figura 69).

Ejemplo:



Las funciones creadas son llamadas por medio de Cast to KinectplayerController desde el blueprint de cada nivel o de algún elemento interactivo, por medio del evento Begin Play o de cualquier código Blueprint (Figura 70).



### 4.3 PRUEBAS

Con la finalidad de evaluar el Sistema Lúdico se realizan pruebas con varios usuarios, con la finalidad de encontrar vulnerabilidades y dar una pronta solución, esto ayuda para obtener una versión del Sistema sin errores.

#### 4.3.1 PRUEBAS DE COMPATIBILIDAD

Se conecta el SMK a varios tipos de PC, en las cuales aparecen varios inconvenientes como incompatibilidad, no brindan voltaje necesario, mal procesamiento de imágenes,

comunicación ineficaz. A continuación, se detalla las PC usadas y los errores presentados.

Tabla. Detalle Pruebas Compatibilidad SMK con PC (Tabla 16).

Tabla 16. Detalle Pruebas Compatibilidad SMK con PC.

EQUIPO	RESULTADO	FECHA	SOLUCIÓN	ESTADO
Portátil Dell, Placa Asus con Puerto USB3.0 incorporado, Core I3, Memoria 4 gb, Tarjeta de Video 2 GB.	Al momento de conectar el SMK en el Puerto USB 3.0, no lo reconoce mostrando continuamente el mensaje “No se reconoce el Dispositivo USB”	06-01-2017	Usar una PC con mejores características.	No compatible.
PC Intel Core I3 segunda Generación, Memoria 4gb, Tarjeta externa USB 3.0 Renesas conectada al puerto PCI X 16.	Al momento de conectar el SMK en el Puerto USB 3.0, no lo reconoce mostrando continuamente el mensaje “No se reconoce el Dispositivo USB”	20-012017	Usar una PC con mejores características	No compatible
PC Asus Core I3 tercera Generación, Memoria 4gb, puerto USB 3.0 incorporado, Tarjeta de video 2gb.	El puerto USB 3.0 reconoce el SMK, pero al momento de correr el SDK Kinect V2 en USB Controler presenta el mensaje “Unknown USB 3.0 detected. Your USB configuration may support Kinect for Windows”.	03-02-2017	Usar una PC Intel Pura.	No compatible
PC Intel Core I3 tercera Generación, Memoria 4gb, puerto USB 3.0 incorporado, Tarjeta de video 2gb.	El puerto USB 3.0 reconoce el SMK, pero al momento de correr el SDK Kinect V2 en USB Controler presenta el mensaje “Supported USB 3.0 port detected with unknown bandwith. Kinect may or may not be compatible with your hardware.”	17-02-2017	Se realiza la instalación de una aplicación Motion Tracker.	Compatible
Surface Pro 2.0, Core i5 cuarta Generación, memoria 4gb, Puerto USB 3. Incorporado, Tarjeta de video 3gb.	El puerto USB 3.0 reconoce el SMK, pero al momento de correr el SDK Kinect V2 en USB Controler presenta el mensaje “Supported USB 3.0 port detected with unknown bandwith. Kinect may or may not be compatible with your hardware.”	24-02-2017	Se realiza la instalación de una aplicación Motion Tracker.	Compatible

Descripción: Detalle Pruebas Compatibilidad SMK con PC.

Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero

En los dos últimos casos se realiza la instalación de una aplicación Motion Tracker la cual activa los componentes del SMK, pero aún continúa mostrando el mismo mensaje por lo que se llega a la conclusión que el inconveniente es una falla de SDK Kinect V2.

#### **4.3.2 PRUEBAS FUNCIONALES**

El sistema es evaluado con un grupo de usuarios seleccionados, los cuales prueban el sistema realizando los ejercicios definidos, lo que permite recolectar bugs y solucionarlos lo más rápido posible (Tabla 17).

Tabla 17. Descripción Pruebas Funcionales.

PRUEBA	RESULTADO	FECHA	SOLUCIÓN	ESTADO
En PENALTI KICK cuando el usuario ejecuta tiros penales, este no tiene un completo control de su precisión y el balón puede ir con demasiada fuerza por lo que existe un alto porcentaje de tiros fallidos.	El inconveniente se presenta debido a que se utilizan físicas en los objetos del video juego, esto quiere decir si un usuario dispara un tiro con fuerza este objeto puede tomar una trayectoria lejana al arco y fallar el tiro.	17/03/2017	La solución que se implementa son animaciones randómicas a los tiros penales, mediante un Trigger Box el cual se activa automáticamente con una dirección a un punto determinado del arco, lo cual disminuye la probabilidad de fallar.	Funcional
En PENALTI KICK cuando se realiza una cascarita el balón sale disparado con fuerza hacia el cielo sin tener un control del mismo.	El inconveniente se presenta debido a que se utilizan físicas y no se incorpora el uso de la gravedad sobre el objeto balón del video juego.	24/03/2017	Agregar un Trigger Box el mismo que al ser tocado por el balón activa la función que lo destruye para posteriormente generar uno nuevo y volver a realizar el ejercicio.	Funcional

<p>En FINE FRUITS al recoger manzanas si por algún movimiento involuntario toca otra se lleva las dos a la canasta.</p>	<p>El inconveniente se presenta debido a que están activadas las colisiones de las manzanas, lo que ocasiona este problema.</p>	<p>31/03/2017</p>	<p>Para solucionar este problema se agrega una función que desactiva las colisiones en las manzanas para recoger una manzana a la vez.</p>	<p>No Funcional</p>
<p>Cuando se recoge más de una se ejecutan dos turnos a la vez.</p>	<p>Esto se debe a que existe un error en el código que se aplicó en el inconveniente anterior.</p>	<p>07/04/2017</p>	<p>La solución para este inconveniente se basa en agregar otra función que recoja una manzana a la vez.</p>	<p>Funcional</p>
<p>En el nivel de recolección de zanahorias se presenta un inconveniente, cuando se recoge las zanahorias con una mano (izquierda o derecha), automáticamente se agarra una zanahoria con la otra mano.</p>	<p>El error se presenta debido a que la función de colisiones se encuentra en modo activo.</p>	<p>14/04/2017</p>	<p>Como solución a este problema se agrega una nueva función con la tarea de que cuando se recoja una zanahoria, la otra quede deshabilitada hasta que la primera sea colocada en la cesta.</p>	<p>Funcional</p>



<p>En el nivel de recolección de choclos se tiene un error, cuando se empieza una nueva partida automáticamente se activa un Trigger y coloca un choclo en la cesta, consumiendo involuntariamente un turno.</p>	<p>El inconveniente se presenta debido a que existe una función de colisión ocasionando, que cuando se inicie la partida se tope un Trigger involuntariamente.</p>	<p>21/04/2017</p>	<p>Para solucionar este problema se desactiva la función y se agrega un nuevo código para que se active cuando se agarre un choclo.</p>	<p>Funcional</p>
<p>Existe un problema con el contador cuando llega a 0 debe terminar la partida, pero se sigue contando hasta -1.</p>	<p>Este error se presenta debido a una condición que no se activa cuando el contador llega a 0.</p>	<p>28/04/2017</p>	<p>Como solución se agregó una función para que cuando el contador llegue a 0 automáticamente el juego termina apareciendo un trofeo y el usuario debe tocarlo para terminar la partida.</p>	<p>Funcional</p>

<p>En DRESS MANIQUÍ se presenta un bug cuando se toma una camiseta del mostrador automáticamente se coloca en el maniquí, no se logra arrastrar.</p>	<p>Este problema se ocasiona debido a una mala programación en la mano, existe una función que cuando topa una prenda esta se coloca en el cuerpo del maniquí sin la necesidad de arrastrarla.</p>	<p>05/05/2017</p>	<p>Se realizó un cambio en la función para que arrastre la prenda y la coloque al maniquí.</p>	<p>Funcional</p>
--	--	-------------------	--	------------------

Descripción: Descripción Pruebas Funcionales.  
Realizado por: Juan Ayerve y Cesar Rosero

Como resultado final se tiene un sistema fuerte robusto sin inconvenientes y listo para ser usado en PC'S que cumplan los requerimientos técnicos, se logra a una resolución óptima de 1600 x 900 px, y un tiempo de respuesta optimo en tiempo real disminuyendo la frustración en los usuarios.

Una vez que se aplica las soluciones antes detalladas se vuelve a realizar pruebas con el mismo grupo de usuario y uno adicional, dando un resultado satisfactorio en todos los casos Tabla 18.

Tabla 18. Descripción de pruebas de usabilidad realizadas en FINE.

<b>PRUEBA</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>FECHA</b>	<b>SOLUCIÓN</b>	<b>ESTADO</b>
Se demuestra cada escenario con la finalidad ver el grado de aceptación del usuario final de FINE.	Al momento de realizar la demostración de los escenarios de cada Videojuego se pudo observar la falta de objetos que hagan mucho más agradable el ambiente que los rodea.	12-05-2017	En este caso se añade texturas a los objetos con mayor realismo con la finalidad de crear escenarios lo más parecido posible a la realidad.	Funcional
Se realiza pruebas sobre los ejercicios de MFG ejecutados en cada Videojuego.	Al momento de ejecutar las mecánicas de juego con los usuarios finales se observa que algunos ejercicios son muy difíciles	19-05-2017	En este caso se cambiaron las validaciones para que sea mucho más fácil de realizar para el usuario final.	Funcional

	de ejecutar debido a sus validaciones.			
Se ejecuta cada interfaz con la finalidad de medir la entendibilidad del videojuego por el usuario final para medir el nivel de aceptación.	Al momento de realizar la demostración de cada Videojuego se pudo observar la falta de algunos elementos que guíen la ejecución de las mecánicas de juego de mejor manera para el usuario.	26-05-2017	Se agregó los mensajes de texto en pantalla y audio en cada VideoJuego con la finalidad de hacerlo más entendible para los usuarios del mismo.	Funcional
Se ejecuta cada videojuego para medir la aceptación de los usuarios finales.	El usuario final al terminar con las mecánicas del juego se sentía motivado para continuar ejecutando los demás juegos.	03-06-2017	Se agregó como un plus animaciones al momento de terminar cada nivel con la finalidad de motivar aún más al usuario final.	Funcional

Descripción: Detalle de pruebas de usabilidad,  
Realizado por: Juan Carlos Ayerve y Cesar Rosero.

Estas pruebas ayudan a mejorar la experiencia final del usuario por lo cual se observa que la aplicación informática(Videojuegos) desarrollada cumple con los requisitos de usabilidad.

### 4.3.3 PRUEBAS DE RENDIMIENTO

Estas pruebas ayudan a determinar el rendimiento del hardware y software en diferentes equipos con la finalidad de revisar y verificar el comportamiento de nuestra aplicación informática(Videojuegos). Nombre del software captura de pantallas... Tabla 19. Descripción de pruebas de rendimiento realizadas en FINE.

EQUIPO	RESULTADO	FECHA	CONCLUSIÓN	ESTADO
PC Intel Core I3 tercera Generación, Memoria 4gb, puerto USB 3.0 incorporado, Tarjeta de video 2gb.	Al momento de realizar la prueba de rendimiento se determinan las siguientes características: SOFTWARE <ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidad RAM 12217Mb/s.</li> <li>• Pruebas de CPU: Operaciones de punto flotante/s 205517976, Operaciones Enteras/s 840998320, MD51182761.</li> <li>• Procesamiento Gráfico 30 frames/s 887</li> </ul> HARDWARE	10-06-2017	Tanto el Hardware como el Software funciona sin ningún problema con las características de esta computadora.	Funcional

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de Partición Primaria: 195GB.</li> <li>• Escritura en Disco: 157 Mb/s.</li> </ul>			
Surface Pro 2.0, Core i5 cuarta Generación, memoria 4gb, Puerto USB 3. Incorporado, Tarjeta de video 3gb.	<p>Al momento de realizar la prueba de rendimiento se determinan las siguientes características:</p> <p>SOFTWARE</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidad RAM 12217Mb/s.</li> <li>• Pruebas de CPU: Operaciones de punto flotante/s 304527959.</li> <li>• Procesamiento Gráfico 40 frames/s 887</li> </ul> <p>HARDWARE</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de Partición Primaria: 195GB.</li> </ul> <p>Escritura en Disco: 250 Mb/s.</p>	17-06.2017	Tanto el Hardware como el Software funciona sin ningún problema con las características de esta computadora.	Funcional

Descripción: Detalle de pruebas de rendimiento,  
Realizado por: Juan Carlos Ayerve y Cesar Rosero.

Mediante los resultados obtenidos a través de las pruebas generadas se puede observar que las características señaladas para el correcto funcionamiento de la aplicación informática (Videojuegos) se encuentra detallada en el ítem Equipo (Tabla 19).

## CONCLUSIONES

- Los tiempos de respuesta al utilizar el SMK V2 son mucho más rápidos en comparación con su antecesor ya que incorpora mejoras como: mejor resolución de video, mapeo de 6 objetos y un mayor rango de distancia de captación mayor entre el usuario y el dispositivo.
- Las interfaces gráficas se vuelven mucho más amigables debido al uso del motor de Videojuegos Unreal Engine ya que renderiza en tiempo real todos los objetos o assets situados en el entorno, al igual que permite asignar texturas comparadas con las del mundo real.
- La tecnología Scripting Blueprint es una herramienta constituida por una secuencia de comandos muy útil y además debido a su interfaz amigable y robusta, permite acelerar el desarrollo de Videojuegos.
- Las interfaces NUI, al interactuar directamente con el usuario mediante movimientos gestuales motiva y genera una reacción positiva en la experiencia final del usuario, lo que permite obtener los mejores resultados al ejecutarlos en terapias de rehabilitación.
- La creación de videojuegos en el campo de la salud consta de varias aristas por lo cual se debe investigar todos los aspectos tanto tecnológicos como médicos para simular sus terapias de rehabilitación.
- Dentro del campo de la medicina pública y privada este sistema es un comienzo para una completa gama de productos de rehabilitación física y sirve como precedente para otras áreas afines, abriendo un nuevo segmento comercial en el campo médico



## RECOMENDACIONES

- El modelo de comunicación que se realiza para la interacción entre el video juego y el SMK requiere una investigación profunda y conocimiento sobre la Teoría de Videojuegos con el fin de conocer todos los elementos que interviene dentro de un sistema.
- Para configurar un KPC se necesita tener un previo conocimiento acerca de programación de periféricos de entrada, debido a que en el internet este tipo de información es escaso; se debe realizar diferentes pruebas a fin de lograr la configuración correcta del SMK como periférico de entrada de datos.
- Es recomendable utilizar un motor de Videojuegos que tenga una curva de aprendizaje pequeña y documentación disponible, ya que se obtiene resultados mucho más rápido y se puede crear casi todo lo que se desee.
- Se recomienda para la creación de videojuegos consultar previamente sobre la disponibilidad de materiales que se utiliza en la creación de los mismos, esto debido a que no hay mucha disponibilidad en países de Sudamérica.
- Como recomendación se debe tener bases de diseño para la creación de los componentes que integran el entorno del videojuego, ya que facilita el desarrollo y ahorra tiempo.

## LISTA DE REFERENCIAS

- Associates, R. S. (1992). <http://dl.acm.org/>. Obtenido de <http://dl.acm.org/>
- AUTODESK. (2017). AUTODESK. Obtenido de <https://latinoamerica.autodesk.com/products/3ds-max/overview>
- DEVELOPERS, K. (06 de 11 de 2012). KINECT DEVELOPERS. Obtenido de <http://www.kinectfordevelopers.com/es/2012/11/06/que-es-el-dispositivo-kinect/>
- División de Educación Superior UNESCO. (2004). Las tecnologías de la información y la comunicación. En D. d. UNESCO, Las tecnologías de la información y la comunicación (pág. 17). Francia.
- ENESO. (13 de 10 de 2016). <http://www.enso.es>. Obtenido de <http://www.enso.es/blog/desarrollar-la-motricidad-gruesa/>
- Epic Games, I. (2017). UNREAL ENGINE. Obtenido de <https://www.unrealengine.com/what-is-unreal-engine-4>
- España, Federación Asperger. (2015). Federación Asperger España. Obtenido de <http://www.asperger.es/asperger.php?def=3Caracter%EDsticas>
- Federación Down España. (2017). Mi Hijo Down. Obtenido de <http://www.mihijodown.com>
- fespau.es. (2012). Obtenido de El autismo es una alteración que se da en el neurodesarrollo de competencias sociales, comunicativas y lingüísticas y, de las habilidades para la simbolización y la flexibilidad.
- FUNDACIÓN FINE. (2012). Fundación para la Integración del Niño Especial. Obtenido de <https://fineecuador.wordpress.com/2012/09/15/hello-world/>
- GamerDic. (2017). GamerDic. Obtenido de GamerDic: <http://www.gamerdic.es>
- ideasgeek. (2013). ideasgeek. Obtenido de <http://ideasgeek.net/2010/11/10/funcionamiento-del-sensor-de-movimiento-en-kinect/>
- INC, A. (2016). AUTISMSPEAKS. Obtenido de <https://www.autismspeaks.org/qu%C3%A9-es-el-autismo>
- Medicine, U. N. (05 de 07 de 2017). <https://medlineplus.gov>. Obtenido de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/002364.htm>
- ORANGE FOUNDATION. (2016). ORANGE FOUNDATION. Obtenido de <http://www.fundacionorange.es/>
- PICTOGRAM ROOM. (2011). PICTOGRAM ROOM. Obtenido de <http://www.pictogramas.org>
- PIXOLOGIC, I. (2017). PIXOLOGIC. Obtenido de <http://pixologic.com/zbrush/features>

- ROTONDO, H. (2016). MANUAL DE PSIQUIATRÍA. Obtenido de  
[http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/libros/psicologia/manual\\_psiquiatri%C3%ADa/cap-11.htm](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/libros/psicologia/manual_psiquiatri%C3%ADa/cap-11.htm)
- SLIDESHARE. (2016). SLIDESHARE. Obtenido de  
<http://es.slideshare.net/deborahgal/diferencias-entre-scrum-y-xp-12219336>
- Unreal Engine. (2017). Unreal Engine. Obtenido de  
<https://docs.unrealengine.com/latest/INT/Engine/Blueprints/>
- world, T. T. (2015). PROCESOS DE SOFTWARE. Obtenido de  
<https://procesosdesoftware.wikispaces.com/METODOLOGIA+SCRUM>